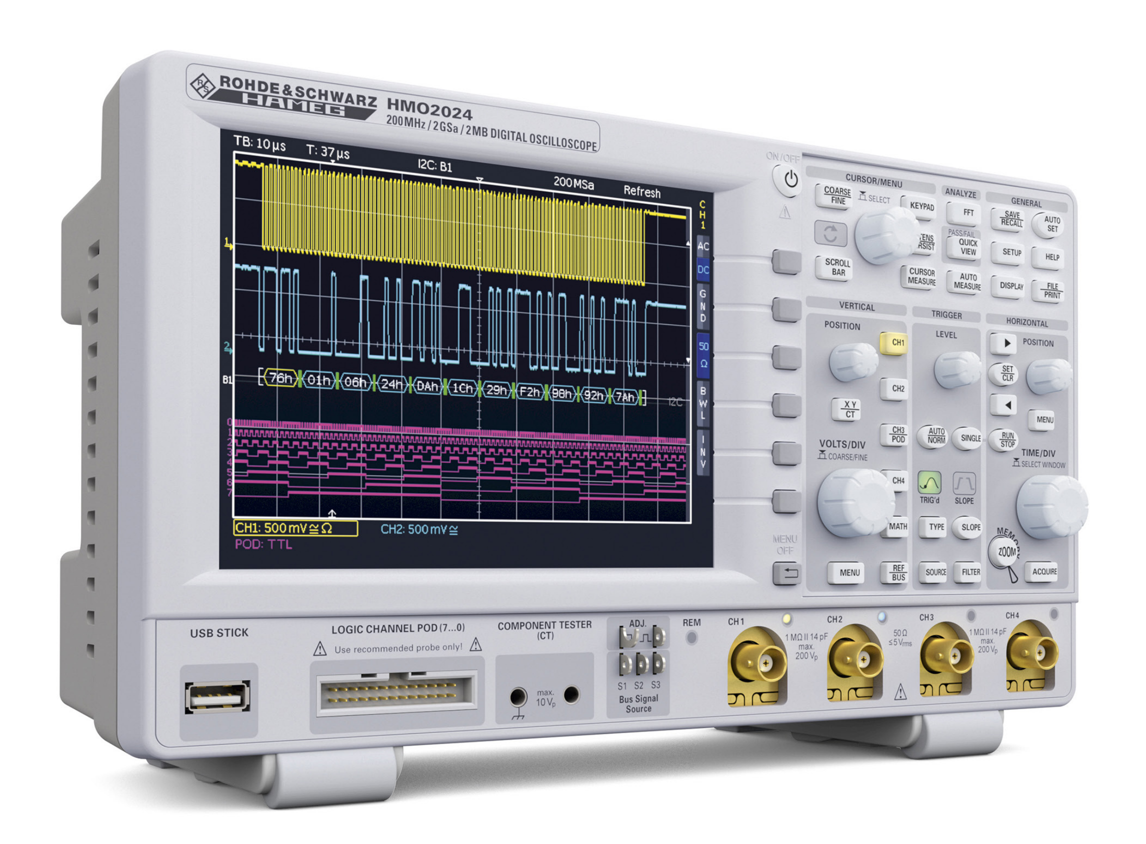
Digital Oszilloskop
HMO Serie 72x...202x
70-200 MHz
Benutzerhandbuch





Test & Measurement

Benutzerhandbuch

ROHDE&SCHWARZ





KONFORMITÄTSERKLÄRUNG
DECLARATION OF CONFORMITY
DECLARATION DE CONFORMITE
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Hersteller / Manufacturer / Fabricant / Fabricante:
HAMEG Instruments GmbH · Industriestraße 6 · D-63533 Mainhausen

Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt
The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product
HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit
HAMEG Instruments GmbH certifica la conformidad para el producto

Bezeichnung:	**Oszilloskop**
Product name:	**Oscilloscope**
Designation:	**Oscilloscope**
Descripción:	**Osciloscopio**
Typ / Type / Type / Tipo:	**HMO722/-24, HMO1022/-24, HMO1522/-24, HMO2022/-24**
mit / with / avec / con:	**HO720**
Optionen / Options / Options / Opciónes:	**HO730, HO740**

mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes / con las siguientes directivas:

EMV Richtlinien / EMC Directives / Directives CEM / Directivas IEM:
2004/108/EG;

Niederspannungsrichtlinie / Low-Voltage Equipment Directive / Directive des equipements basse tension / Directiva de equipos de baja tensión:
2006/95/EG

Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées / Normas armonizadas utilizadas:

Sicherheit / Safety / Sécurité / Seguridad:
DIN EN 61010-1; VDE 0411-1: 07/2011

Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension / Categoría de sobretensión: II

Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution / Nivel de polución: 2

Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique / Compatibilidad electromagnética:

EMV Störaussendung / EMI Radiation / Emission CEM / emisión IEM:
DIN EN 61000-6-3: 09/2007 (IEC/CISPR22, Klasse / Class / Classe / classe B)
VDE 0839-6-3: 04/2007

Störfestigkeit / Immunity / Imunitee / inmunidad:
DIN EN 61000-6-2; VDE 0839-6-2: 03/2006

Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique / emisión de corrientes armónicas:
DIN EN 61000-3-2; VDE 0838-2: 06/2009

Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker / fluctuaciones de tensión y flicker:
DIN EN 61000-3-3; VDE 0838-3: 03/2010

Datum / Date / Date / Fecha
08. 04. 2013

Unterschrift / Signature / Signatur / Signatura



Holger Asmussen
General Manager

Allgemeine Hinweise zur CE-Kennzeichnung

HAMEG Messgeräte erfüllen die Bestimmungen der EMV Richtlinie. Bei der Konformitätsprüfung werden von HAMEG die gültigen Fachgrund- bzw. Produktnormen zu Grunde gelegt. In Fällen, in denen unterschiedliche Grenzwerte möglich sind, werden von HAMEG die härteren Prüfbedingungen angewendet. Für die Störaussendung werden die Grenzwerte für den Geschäfts- und Gewerbebereich sowie für Kleinbetriebe angewandt (Klasse 1B). Bezüglich der Störfestigkeit finden die für den Industriebereich geltenden Grenzwerte Anwendung. Die am Messgerät notwendigerweise angeschlossenen Mess- und Datenleitungen beeinflussen die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte in erheblicher Weise. Die verwendeten Leitungen sind jedoch je nach Anwendungsbereich unterschiedlich. Im praktischen Messbetrieb sind daher in Bezug auf Störaussendung bzw. Störfestigkeit folgende Hinweise und Randbedingungen unbedingt zu beachten:

1. Datenleitungen

Die Verbindung von Messgeräten bzw. ihren Schnittstellen mit exter-nen Geräten (Druckern, Rechnern, etc.) darf nur mit ausreichend abgeschirmten Leitungen erfolgen. Sofern die Bedienungsanleitung nicht eine geringere maximale Leitungslänge vorschreibt, dürfen Datenleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden. Ist an einem Geräteinterface der Anschluss mehrerer Schnittstellenkabel möglich, so darf jeweils nur eines angeschlossen sein. Bei Datenleitungen ist generell auf doppelt abgeschirmtes Verbindungskabel zu achten. Als IEEE-Bus Kabel ist das von HAMEG beziehbare doppelt geschirmte Kabel HZ72 geeignet.

2. Signalleitungen

Messleitungen zur Signalübertragung zwischen Messstelle und Messgerät sollten generell so kurz wie möglich gehalten werden. Falls keine geringere Länge vorgeschrieben ist, dürfen Signalleitungen (Eingang/Ausgang, Signal/Steuerung) eine Länge von 3 Metern nicht erreichen und sich nicht außerhalb von Gebäuden befinden.Alle Signalleitungen sind grundsätzlich als abgeschirmte Leitungen (Koaxialkabel-RG58/U) zu verwenden. Für eine korrekte Masseverbindung muss Sorge getragen werden. Bei Signalgeneratoren müssen doppelt abgeschirmte Koaxialkabel (RG223/U, RG214/U) verwendet werden.

3. Auswirkungen auf die Messgeräte

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder kann es trotz sorgfältigen Messaufbaus über die angeschlossenen Messkabel zu Einspeisung unerwünschter Signalteile in das Messgerät kommen. Dies führt bei HAMEG Messgeräten nicht zu einer Zerstörung oder Außerbetriebsetzung des Messgerätes.Geringfügige Abweichungen des Messwertes über die vorgegebenen Spezifikationen hinaus können durch die äußeren Umstände in Einzelfällen jedoch auftreten.

4. Störfestigkeit von Oszilloskopen

4.1 Elektromagnetisches HF-Feld

Beim Vorliegen starker hochfrequenter elektrischer oder magnetischer Felder können durch diese Felder bedingte Überlagerungen des Messsignals sichtbar werden. Die Einkopplung dieser Felder kann über das Versorgungsnetz, Mess- und Steuerleitungen und/oder durch direkte Einstrahlung erfolgen. Sowohl das Messobjekt, als auch das Oszilloskop können hiervon betroffen sein.

Die direkte Einstrahlung in das Oszilloskop kann, trotz der Abschirmung durch das Metallgehäuse, durch die Bildschirmöffnung erfolgen. Da die Bandbreite jeder Messverstärkerstufe größer als die Gesamtbandbreite des Oszilloskops ist, können Überlagerungen sichtbar werden, deren Frequenz wesentlich höher als die –3dB Messbandbreite ist.

4.2 Schnelle Transienten / Entladung statischer Elektrizität

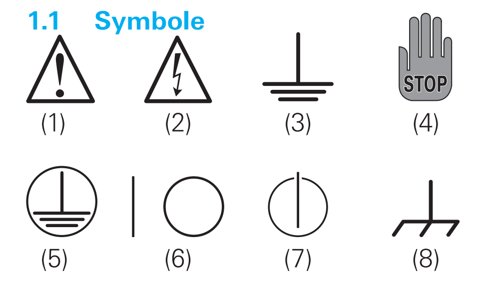
Beim Auftreten von schnellen Transienten (Burst) und ihrer direkten Einkopplung über das Versorgungsnetz bzw. indirekt (kapazitiv) über Mess- und Steuerleitungen, ist es möglich, dass dadurch die Triggerung ausgelöst wird. Das Auslösen der Triggerung kann auch durch eine direkte bzw. indirekte statische Entladung (ESD) erfolgen. Da die Signaldarstellung und Triggerung durch das Oszilloskop auch mit geringen Signalamplituden (<500µV) erfolgen soll, lässt sich das Auslösen der Triggerung durch derartige Signale (> 1kV) und ihre gleichzeitige Darstellung nicht vermeiden.

HAMEG Instruments GmbH

Inhalt

1 Installations- und Sicherheitshinweise

1.1 Symbole



Symbol 1: Achtung, allgemeine Gefahrenstelle – Produktdokumentation beachten
Symbol 2: Gefahr vor elektrischem Schlag
Symbol 3: Erdungsanschluss
Symbol 4: Stopp! – Gefahr für das Gerät
Symbol 5: Schutzleiteranschluss
Symbol 6: EIN-/AUS Versorgungsspannung
Symbol 7: Stand-by-Anzeige
Symbol 8: Masseanschluss

1.2 Aufstellung des Gerätes

Wie den Abbildungen zu entnehmen ist, lassen sich kleine Aufsteller aus den Füßen herausklappen, um das Gerät leicht schräg aufzustellen. Bitte stellen Sie sicher, dass die Füsse komplett ausgeklappt sind, um einen festen Stand zu gewährleisten.

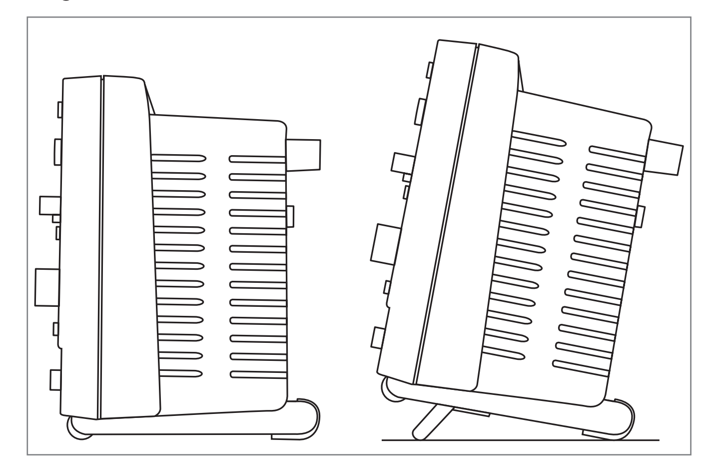


Abb. 1.1: Betriebspositionen

Das Gerät muss so aufgestellt werden, dass die Betätigung der Netztrennung jederzeit uneingeschränkt möglich ist.

1.3 Sicherheit

Dieses Gerät ist gemäß VDE 0411 Teil 1, Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte gebaut, geprüft und hat das Werk in sicherheitstechnisch einwandfreiem Zustand verlassen. Es entspricht damit auch den Bestimmungen der europäischen Norm EN 61010-1 bzw. der internationalen Norm IEC 1010-1. Um diesen Zustand zu erhalten und einen gefahrlosen Betrieb sicherzustellen, muss der Anwender die Hinweise und Warnvermerke beachten, die in dieser Bedienungsanleitung enthalten sind. Gehäuse, Chassis und alle Messanschlüsse sind mit dem Netzschutzleiter verbunden. Das Gerät entspricht den Bestimmungen der Schutzklasse I.

Die berührbaren Metallteile sind gegen die Netzpole mit 2200 V Gleichspannung geprüft. Das Gerät entspricht der Überspannungskategorie II.

Das Gerät darf aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden. Der Netzstecker muss eingeführt sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Wenn anzunehmen ist, dass ein gefahrloser Betrieb nicht mehr möglich ist, so ist das Gerät außer Betrieb zu setzen und gegen unabsichtlichen Betrieb zu sichern.

Diese Annahme ist berechtigt:
- wenn das Gerät sichtbare Beschädigungen hat,
- wenn das Gerät lose Teile enthält,
- wenn das Gerät nicht mehr arbeitet,
- nach längerer Lagerung unter ungünstigen Verhältnissen (z.B. im Freien oder in feuchten Räumen),
- nach schweren Transportbeanspruchungen (z.B. mit einer Verpackung, die nicht den Mindestbedingungen von Post, Bahn oder Spedition entsprach).

1.4 Bestimmungsgemäßer Betrieb

ACHTUNG! Das Messgerät ist nur zum Gebrauch durch Personen bestimmt, die mit den beim Messen elektrischer Größen verbundenen Gefahren vertraut sind. Das Oszilloskop darf nur an vorschriftsmäßigen Schutzkontaktsteckdosen betrieben werden, die Auftrennung der Schutzkontaktverbindung ist unzulässig. Der Netzstecker muss kontaktiert sein, bevor Signalstromkreise angeschlossen werden. Das Oszilloskop ist für den Betrieb in folgenden Bereichen bestimmt:
- Industrie-,
- Wohn-,
- Geschäfts- und Gewerbebereich,
- Kleinbetriebe.

Das Oszilloskop darf jeweils nur im Innenbereich eingesetzt werden.

1.5 Umgebungsbedingungen

Der zulässige Arbeitstemperaturbereich während des Betriebes reicht von +5 °C bis +40 °C. Während der Lagerung oder des Transportes darf die Temperatur zwischen –20 °C und +70 °C betragen. Hat sich während des Transports oder der Lagerung Kondenswasser gebildet, sollte das Gerät ca. 2 Stunden akklimatisiert werden, bevor es in Betrieb genommen wird. Das Oszilloskop ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf nicht bei besonders großem Staub- bzw. Feuchtigkeitsgehalt der Luft,

Unterschiede bei den Geräten der HMO-Serie 72x ... 202x				
Gerät	**Bandbreite**	**Verstärkerbereich bei 1MOhm**	**Eingangsimpedanz**	**Offsetbereich**
HMO72x	170 MHz	1 mV...10V/Div	1 MOhm	-
HMO102x	100 MHz	1 mV...10V/Div	1 MOhm	-
HMO152x	150 MHz	1 mV…5 V/Div	1 MOhm / 50 Ohm	±0,2…±20 V
HMO202x	200 MHz	1 mV…5 V/Div	1 MOhm / 50 Ohm	±0,2…±20 V

Die aktuellen vollständigen technischen Daten der jeweiligen HMO Gerätetypen finden Sie im Internet unter www.hameg.com

bei Explosionsgefahr sowie bei aggressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage ist beliebig, eine ausreichende Luftzirkulation ist jedoch zu gewährleisten. Bei Dauerbetrieb ist folglich eine horizontale oder schräge Betriebslage (Aufstellbügel) zu bevorzugen.
Das Gerät darf bis zu einer Höhe von 2000 m über Meeresspiegel betrieben werden. Nenndaten mit Toleranzangaben gelten nach einer Aufwärmzeit von mindestens 30 Minuten und bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C (Toleranz ±2 °C). Werte ohne Toleranzangabe sind Richtwerte eines durchschnittlichen Gerätes.

Die Lüftungslöcher dürfen nicht abgedeckt werden!

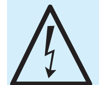
1.6 Gewährleistung und Reparatur

HAMEG Geräte unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle. Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen 10-stündigen „Burn in-Test". Anschließend erfolgt ein umfangreicher Funktions- und Qualitätstest, bei dem alle Betriebsarten und die Einhaltung der technischen Daten geprüft werden. Die Prüfung erfolgt mit Prüfmitteln, die auf nationale Normale rückführbar kalibriert sind. Es gelten die gesetzlichen Gewährleistungsbestimmungen des Landes, in dem das HAMEG-Produkt erworben wurde. Bei Beanstandungen wenden Sie sich bitte an den Händler, bei dem Sie das HAMEG-Produkt erworben haben.

Nur für die Länder der EU:
Um den Ablauf zu beschleunigen, können Kunden innerhalb der EU die Reparaturen auch direkt mit HAMEG abwickeln. Auch nach Ablauf der Gewährleistungsfrist steht Ihnen der HAMEG Kundenservice für Reparaturen zur Verfügung.

Return Material Authorization (RMA):
Bevor Sie ein Gerät an uns zurücksenden, fordern Sie bitte in jedem Fall per Internet: http://www.hameg.com oder Fax eine RMA-Nummer an. Sollten Sie technische Unterstützung oder eine geeignete Verpackung (Originalkarton) benötigen, so kontaktieren Sie bitte den HAMEG-Service:
HAMEG Instruments GmbH
Service
Industriestr. 6
D-63533 Mainhausen
Telefon: +49 (0) 6182 800 500
Telefax: +49 (0) 6182 800 501
E-Mail: service@hameg.com

Auswechseln von Teilen, Wartung und Reparatur darf nur von HAMEG-autorisierten Fachkräften ausgeführt werden. Werden sicherheitsrelevante Teile ausgewechselt, so dürfen diese nur durch Originalteile ersetzt werden. Nach jedem Austausch von sicherheitsrelevanten Teilen ist eine Sicherheitsprüfung durchzuführen. Damit wird sichergestellt, dass die Sicherheit des Produkts erhalten bleibt.



Das Produkt darf nur von dafür autorisiertem Fachpersonal geöffnet werden. Vor Arbeiten am Produkt oder Öffnen des Produkts ist dieses von der Versorgungsspannung zu trennen, sonst besteht das Risiko eines elektrischen Schlages.

1.7 Wartung

- Die Außenseite des Oszilloskops sollte regelmäßig mit einem weichen, nicht fasernden Staubtuch gereinigt werden.
- Bevor Sie das Gerät reinigen stellen Sie bitte sicher, dass es ausgeschaltet und von allen Spannungsversorgungen getrennt ist.
- Keine Teile des Gerätes dürfen mit Alkohol oder anderen Lösungsmitteln gereinigt werden!

Die Anzeige darf nur mit Wasser oder geeignetem Glasreiniger (aber nicht mit Alkohol oder Lösungsmitteln) gesäubert werden, sie ist dann noch mit einem trockenen, sauberen, fusselfreien Tuch nachzureiben. Keinesfalls darf die Reinigungsflüssigkeit in das Gerät gelangen. Die Anwendung anderer Reinigungsmittel kann die Beschriftung oder Kunststoff- und Lackoberflächen angreifen.

1.8 Messkategorie 0

Dieses Oszilloskop ist für Messungen an Stromkreisen bestimmt, die entweder gar nicht oder nicht direkt mit dem Netz verbunden sind. Das Gerät entspricht der Messkategorie 0; die Eingangsspannung darf 200 V (Spitzenwert),150 V_{RMS} bei 1 MΩ Eingangswiderstand und 5 V_{RMS} bei 50 Ω Eingangswiderstand nicht überschreiten.

Transiente Überspannungen dürfen 200 V (Spitzenwert) nicht überschreiten. Bei Messungen in Messkreisen mit transienten Überspannungen oberhalb der Messkategorie 0 müssen Sie sicherstellen, dass am Messeingang des Geräts keine transienten Überspannungen größer als CAT 0 auftreten können. Um dies sicherzustellen, dürfen Sie nur Tastköpfe verwenden, die entsprechend DIN EN 61010-031 gebaut und geprüft sind.

Bei Messungen in Messkreisen der Messkategorien II, III oder IV muss der verwendete Tastkopf die Spannung so reduzieren, dass keine transienten Überspannungen größer als CAT 0 am Gerät auftreten. Direkte Messungen (ohne galvanische Trennung) an Messstromkreisen der Messkategorie II, III oder IV sind unzulässig! Die Stromkreise eines Messobjekts sind dann nicht direkt mit dem Netz verbunden, wenn das Messobjekt über einen Schutz-Trenntransformator der Schutzklasse II betrieben wird. Es ist auch möglich, mit Hilfe geeigneter Wandler (z.B. Stromzangen), welche die Anforderungen der Schutzklasse II erfüllen, quasi indirekt am Netz zu messen. Bei der Messung muss die Messkategorie – für die der Hersteller den Wandler spezifiziert hat – beachtet werden.

Messkategorien
Die Messkategorien beziehen sich auf Transienten auf dem Netz. Transienten sind kurze, sehr schnelle (steile) Spannungs- und Stromänderungen, die periodisch und nicht periodisch auftreten können. Die Höhe möglicher Transienten nimmt zu, je kürzer die Entfernung zur Quelle der Niederspannungsinstallation ist.

Messkategorie IV: Messungen an der Quelle der Niederspannungsinstallation (z.B. an Zählern).

Messkategorie III: Messungen in der Gebäudeinstallation (z.B. Verteiler, Leistungsschalter, fest installierte Steckdosen, fest installierte Motoren etc.).

Messkategorie II: Messungen an Stromkreisen, die elektrisch direkt mit dem Niederspannungsnetz verbunden sind (z.B. Haushaltsgeräte, tragbare Werkzeuge etc.)

Messkategorie 0 (ehemals Messkategorie I): Elektronische Geräte und abgesicherte Stromkreise in Geräten.

1.9 Netzspannung

Das Gerät arbeitet mit 50 und 60 Hz Netzwechselspannungen im Bereich von 100 V bis 240 V (Toleranz ±10%) . Eine Netzspannungsumschaltung ist daher nicht vorgesehen. Die Netzeingangssicherung ist von außen zugänglich. Netzstecker-Buchse und Sicherungshalter bilden eine Einheit. Ein Auswechseln der Sicherung darf und kann (bei unbeschädigtem Sicherungshalter) nur erfolgen, wenn zuvor das Netzkabel aus der Buchse entfernt wurde. Dann muss der Sicherungshalter mit einem Schraubendreher herausgehebelt werden. Der Ansatzpunkt ist ein Schlitz, der sich auf der Seite der Anschlusskontakte befindet. Die Sicherung kann dann aus einer Halterung gedrückt und muss durch eine identische ersetzt werden (Angaben zum Sicherungstyp nachfolgend) . Der Sicherungshalter wird gegen den Federdruck eingeschoben, bis er eingerastet ist. Die Verwendung „geflickter" Sicherungen oder das Kurzschließen des Sicherungshalters ist unzulässig. Dadurch entstehende Schäden fallen nicht unter die Gewährleistung.
Sicherungstyp: IEC 60127 - T2.5H 250V, Größe 5 x 20 mm

1.10 Batterien und Akkumulatoren/Zellen

Werden die Hinweise zu Batterien und Akkumulatoren/Zellen nicht oder unzureichend beachtet, kann dies Explosion, Brand und/oder schwere Verletzungen von Personen, unter Umständen mit Todesfolge, verursachen. Die Handhabung von Batterien und Akkumulatoren mit alkalischen Elektrolyten (z.B. Lithiumzellen) muss der EN 62133 entsprechen.

1. Zellen dürfen nicht zerlegt, geöffnet oder zerkleinert werden.
2. Zellen oder Batterien dürfen weder Hitze noch Feuer ausgesetzt werden. Die Lagerung im direkten Sonnenlicht ist zu vermeiden. Zellen und Batterien sauber und trocken halten. Verschmutzte Anschlüsse mit einem trockenen, sauberen Tuch reinigen.
3. Zellen oder Batterien dürfen nicht kurzgeschlossen werden. Zellen oder Batterien dürfen nicht gefahrbringend in einer Schachtel oder in einem Schubfach gelagert werden, wo sie sich gegenseitig kurzschließen oder durch andere leitende Werkstoffe kurzgeschlossen werden können. Eine Zelle oder Batterie darf erst aus ihrer Originalverpackung entnommen werden, wenn sie verwendet werden soll.
4. Zellen und Batterien von Kindern fernhalten. Falls eine Zelle oder eine Batterie verschluckt wurde, ist sofort ärztliche Hilfe in Anspruch zu nehmen.
5. Zellen oder Batterien dürfen keinen unzulässig starken, mechanischen Stößen ausgesetzt werden.
6. Bei Undichtheit einer Zelle darf die Flüssigkeit nicht mit der Haut in Berührung kommen oder in die Augen gelangen. Falls es zu einer Berührung gekommen ist, den betroffenen Bereich mit reichlich Wasser waschen und ärztliche Hilfe in Anspruch nehmen.
7. Werden Zellen oder Batterien, die alkalische Elektrolyte enthalten (z.B. Lithiumzellen), unsachgemäß ausgewechselt oder geladen, besteht Explosionsgefahr. Zellen oder Batterien nur durch den entsprechenden Typ ersetzen, um die Sicherheit des Produkts zu erhalten.
8. Zellen oder Batterien müssen wiederverwertet werden und dürfen nicht in den Restmüll gelangen. Akkumulatoren oder Batterien, die Blei, Quecksilber oder Cadmium enthalten, sind Sonderabfall. Beachten Sie hierzu die landesspezifischen Entsorgungs- und Recycling-Bestimmungen.

1.11 Produktentsorgung

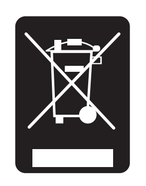


Abb. 1.2:
Produktkennzeichnung nach EN 50419

Das ElektroG setzt die folgenden EG-Richtlinien um:
- 2002/96/EG (WEEE) für Elektro- und Elektronikaltgeräte und
- 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektronikgeräten (RoHS-Richtlinie).

Am Ende der Lebensdauer des Produktes darf dieses Produkt nicht über den normalen Hausmüll entsorgt werden. Auch die Entsorgung über die kommunalen Sammelstellen für Elektroaltgeräte ist nicht zulässig. Zur umweltschonenden Entsorgung oder Rückführung in den Stoffkreislauf übernimmt die HAMEG Instruments GmbH die Pflichten der Rücknahme- und Entsorgung des ElektroG für Hersteller in vollem Umfang.

Wenden Sie sich bitte an Ihren Servicepartner vor Ort, um das Produkt zu entsorgen.

2 Einführung

2.1 Vorderansicht

An der Frontseite befindet sich eine Taste [1], um den Ruhezustand ein- oder auszuschalten. Befindet sich das Gerät im Ruhemodus, leuchtet diese Taste rot, wenn das Gerät am Schalter auf der Rückseite ausgeschaltet wird, erlischt diese LED (dies dauert einige Sekunden). Ebenfalls auf der Frontseite befindet sich das Bedienfeld für die Einstellungen [2], [A], [B], [C], [D], die BNC Anschlüsse der analogen Eingangskanäle [45] bis [48], die Tastkopfkompensations- [51] und Bussignalquelle [50], die Anschlüsse für den optionalen Logiktastkopf HO3508 [53], ein USB Port für USB-Sticks [54], der TFT-Bildschirm [55] , die Anschlüsse für den Komponententester [52] sowie die LED zur Anzeige von Fernsteueraktivitäten [49]. Bei den Zweikanalgeräten befindet sich rechts vorn der AUX Anschluss für den externen Trigger.

An den Anschluss für den aktiven Logiktastkopf [53] darf nur ein Logiktastkopf vom Typ HO3508 angeschlossen werden, ansonsten besteht die Gefahr der Zerstörung der Eingänge!

2.2 Bedienpanel

Mit den Tasten auf dem Bedienpanel haben Sie Zugriff auf die wichtigsten Funktionen. Erweiterte Einstellungen sind komfortabel mittels Menüstruktur und den grauen Softmenü-Tasten erreichbar. Der Ruhezustandknopf [1] ist deutlich durch die Form hervorgehoben. Die wichtigsten Knöpfe sind mit farbigen LED's hinterlegt, damit man sofort die jeweilige Einstellung erkennen kann. Das Bedienpanel ist in vier Abschnitte gegliedert.

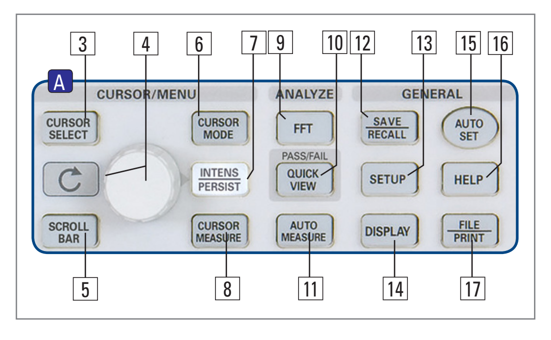


Abb. 2.2: Bedienfeldabschnitt A

Abschnitt [A]

Dieser Abschnitt umfasst die drei Bereiche Cursor/Menu, Analyze und General.

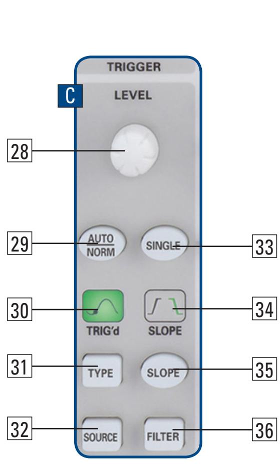
Im Bereich Cursor/Menu befinden sich die Cursorfunktionen [8], den Universaldrehgeber [4], den Intensitäts/Persistence Einstellknopf [7], die Taste zum aufrufen einer virtuellen Tastatur [6], der Umschalter zwischen Grob- und Fein-Auflösung für den Universalknopf [4] sowie die Anwahl des virtuellen Bildschirmes [5]. Der Analyze Bereich ermöglicht direkten Zugriff auf die Umschaltung der Ansicht in den Frequenzbereich [9], auf die Quickview [10] Anzeige (alle wichtigen Parameter in der aktiven Kurve), den PASS/FAIL Maskentest sowie die Einstellungen zur automatischen Messung [11].
Im Bereich General befindet Sie die Taste Save/Recall [12] mit der alle Einstellungen zum Laden und Abspeichern

Abb. 2.1: Frontansicht des HMO2024

von Geräteeinstellungen, Referenzkurven, Kurven, Bildschirmfotos und Formelsätzen möglich sind. Weitere Tasten ermöglichen den Zugriff auf die allgemeinen Einstellungen: Setup [13] (z. B. Sprache), die generellen Einstellfunktionen der Anzeige [14], das Autosetup [15] sowie die integrierte Hilfe [16] und die Taste FILE/PRINT [17] welche je nach Programmierung das direkte Abspeichern von Geräteeinstellungen, Kurven, Bildschirmfotos, oder den Ausdruck auf einem Postscriptdrucker ermöglicht.

Abschnitt B

In dem Bereich VERTICAL finden Sie alle Einstellmöglichkeiten für die analogen Kanäle wie die Y-Position [18], die Umschaltung in den XY Anzeigebetrieb und den Komponententester [19], die vertikale Verstärkung [20], weitergehende Menüs [21], die Kanalwahl [22] bis [25], sowie des optionalen Logiktastkopfes HO3508 [24] [25]. Außerdem finden Sie hier den Zugang zur Mathematik [26], den Referenzkurven- und den Buseinstellungen [27].



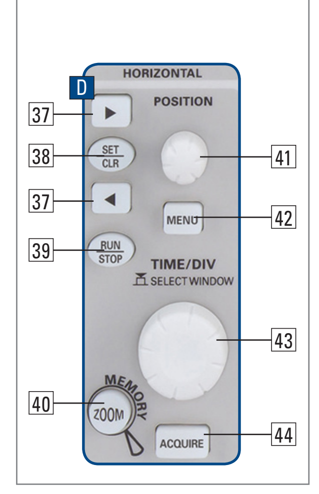


Abb. 2.3:
Die Bedienfelder B, C und D

Abschnitt C

Dieser Abschnitt Trigger stellt Ihnen alle Funktionen zum Einstellen des Triggerpegels [28], der Umschaltung zwischen Auto- und Normalbetrieb [29], des Triggertyps [31], der Quelle [32], der einmaligen Triggerauslösung [33], der Umschaltung der Triggerflanke [35] sowie der Einstellungen zur Triggerfilterbedingung [36] zur Verfügung. Zusätzlich finden Sie Status-anzeigen ob ein Signal die Triggerbedingungen erfüllt [30] und welche der Flanken genutzt werden [34].

Abschnitt D

In dem Abschnitt Horizontal erfolgt die Einstellung der Horizontalposition des Triggerzeitpunktes oder das Setzen und Navigieren von Markern über Drucktasten [37] [38] [39] in Schritten, oder variabel mit dem kleineren Drehknopf [41]. Zusätzlich lässt sich im Menü eine Suchfunktion nach Ereignissen einstellen. Die Auswahl des Run- oder Stop Modus erfolgt mit der hinterleuchteten Taste [39], wobei im Stop Modus die Taste rot leuchtet. Die Zoomaktivierung [40], die Auswahl der Erfassungsmodi [44], die Zeitbasiseinstellung [43] sowie den Zugriff auf das Zeitbasismenü [42] finden Sie ebenfalls in diesem Abschnitt. Zusätzlich befinden sich links auf dem Bedienpanel die Softmenü-Tasten [2], mit denen die Menüsteuerung erfolgt.

2.3 Bildschirm

Die HMO Serie ist mit einem 6,5 Zoll (16,51 cm), mit LED hinterleuchtetem TFT Farbbildschirm mit einer VGA Auflösung (640 x 480 Pixel) ausgestattet. In der Normaleinstellung (ohne eingeblendete Menüs) verfügt der Bildschirm

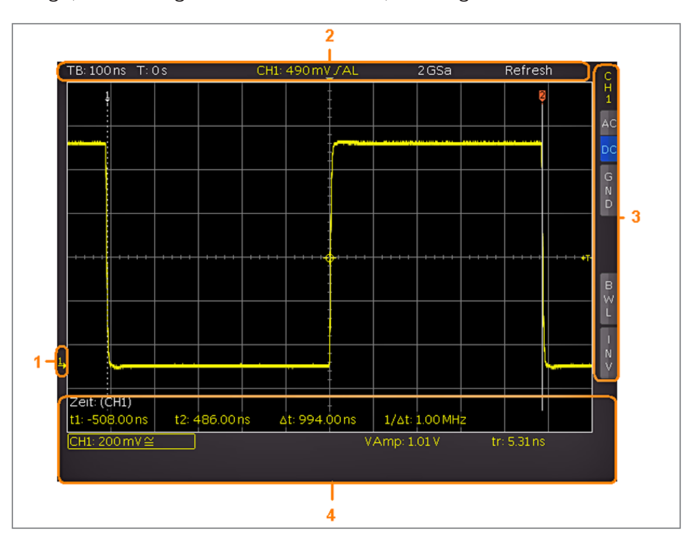


Abb. 2.4: Bildschirmansicht

über 12 Skalenteile auf der Zeitachse. Diese wird bei Einblendung von Menüs auf 10 Skalenteile reduziert. Am linken Rand der Anzeige werden Informationen zum Bezugspotential der Kanäle mit kleinen Pfeilen markiert [1]. Die Zeile oberhalb des Gitters enthält Status und Einstellungsinformationen, wie die eingestellte Zeitbasis, die Triggerverzögerung und sonstige Triggerbedingungen, die aktuelle Abtastrate und die Erfassungsart [2]. Rechts neben dem Gitter wird ein Kurzmenü für die wichtigsten Einstellungen des jeweils aktiven Kanales dargestellt, welche mit den Softmenü-Tasten ausgewählt werden können. [3]

Im unteren Bildschirmteil werden die Mess-Ergebnisse der automatischen Messungen und Cursors sowie die vertikalen Einstellungen der eingeschalteten Kanäle, Referenzen und Mathematikkurven angezeigt [4]. In dem Gitter selbst werden die Signale der eingeschalteten Kanäle dargestellt. Dieses stellt 8 Skalenteile gleichzeitig dar, es verfügt aber über eine virtuelle Erweiterung auf 20 Skalenteile, welche mit Hilfe der Taste Scroll/Bar [5] angezeigt werden können.

2.4 Rückansicht

Auf der Rückseite der Vierkanal HMO befindet sich die Buchse zum Anschluss der Stromversorgung [1], der Modulschacht für die Schnittstellenmodule (USB/RS-232, USB/Ethernet, IEEE-488) [2], die standardmäßige DVI-D Buchse [3] zum Anschluss externer digitaler Monitore und Projektoren, der BNC Anschluss für den Y-Ausgang (triggernder Kanal) [4], sowie der BNC Anschluss für den ex-

ternen Trigger [5]. Beim Zweikanal HMO fehlt der BNC Anschluss für den externen Trigger und Z-Eingang [5], dieser befindet sich bei diesen Geräten auf der Vorderseite. Außerdem finden Sie hier einen zusätzlichen USB Anschluss [6].

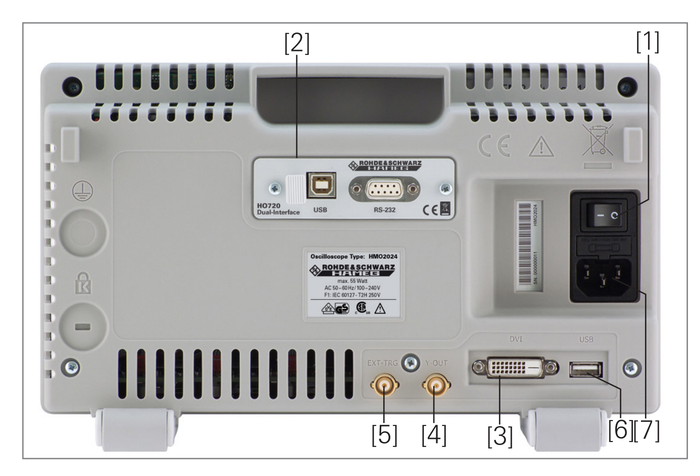


Abb. 2.5: Rückseite der Vierkanal HMO

2.4.1 DVI-Anschluss

Auf der Rückseite des Oszilloskops befindet sich die standardmäßige DVI-D-Buchse zum Anschluss externer Monitore und Projektoren. Die DVI-D-Buchse kann nur digitale Signale ausgeben, d.h. der Anschluss von Monitoren oder Beamern über deren analoge Eingänge ist nicht möglich. Die HMO Serie liefert ein DVI-Signal mit VGA-Auflösung (640x480). Somit können alle handelsüblichen TFT-Monitore angeschlossen werden. Moderne Flachbildschirme interpolieren das Signal hoch, so dass man ein Vollbild sehen kann.

Beamer können ebenfalls an den HMO angeschlossen werden. Ideal sind dabei Beamer, die für den Anschluss an Computer/ Notebooks konzipiert sind, da diese auch eine Auflösung von 640 x 480 Bildpunkten verarbeiten können.

DVI-VGA- oder DVI-Composite-Adapter werden nicht unterstützt. Problematisch ist hierbei auch der Anschluss an aktuelle HD-Fernseh-Geräte über einen HDMI-Adapter, da die meisten Fernseher als Eingangssignal ein HDTV-Signal mit mindestens 720p erwarten.

2.4.2 Y-Ausgang

Alle HMO Oszilloskope haben einen zusätzlichen Y-OUT BNC-Anschluss auf der Geräterückseite. Am Y-Ausgang

Das Ausgangssignal am Y-Ausgang ist beim HMO72x...202x ist um einige ns zum Eingangssignal verschoben.

wird das analoge Signal vom Eingang des zu triggernden Kanals (A-Trigger) ausgegeben. Befindet sich das HMO im PASS/FAIL Modus (siehe Kap. 9), wird im Fehlerfall am Y-Ausgang ein Alarmimpuls ausgegeben.
Der Pegel dieses analogen Ausgangssignals ist auf 200mV/Div (bzw. 100mV/Div an 50 Ω) des ADC (Analog-Digital-Wandler) bezogen. Die Abb. 2.8 zeigt ein 15 kHz Sinussignal mit einer Amplitude von 2 V auf Kanal 1 (CH1- gelb) und dem invertierten Signal des Y-Ausgangs auf Kanal 2 (CH2 - blau).

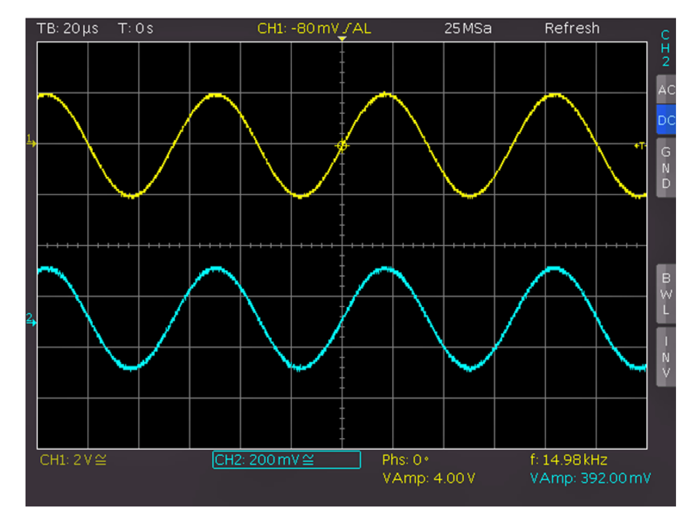


Abb. 2.6: Signal Y-Ausgang

2.5 Optionen

Die HMO Serie verfügt über einige Optionen, mit denen die Anwendungsbreite der Geräte wesentlich vergrößert werden können. Für den Modulschacht auf der Rückseite, der standardmäßig mit einer dualen USB/RS-232 Geräteschnittstelle (HO720) bestückt wird, können optional folgende Schnittstellen-Module erworben und einfach selbst installiert werden:

- HO740 (IEEE-488, GPIB, galvanisch getrennt)
- HO730 (kombiniert Ethernet mit integriertem Webserver und USB)

Alle HMO Geräte sind vorbereitet für den Mixed-Signal-Betrieb und verfügen daher an der Vorderseite über den notwendigen Steckverbinder. Dieser Stecker kann mit einem 8-Kanal-Logiktastkopf (HO3508) verbunden werden. Weitere Optionen sind die passiven 500 MHz Slimline10 : 1 Tastköpfe vom Typ HZ355, passive 1000 : 1 Tastköpfe mit bis zu 4000 V vom Typ HZO20, aktive 10 : 1 Tastköpfe mit kleiner 1pF Eingangskapazität vom Typ HZO30, aktive Differenztastköpfe HZ100, HZ109 und HZ115 mit bis zu 1000 VRMS und 40 MHz, aktive Hochgeschwindigkeits Differenztastköpfe mit 200 bzw. 800MHz vom Typ HZO40 und HZO41, die Stromzangen HZO50 und HZO51 mit bis zu 100 kHz Bandbreite und bis zu 1000 A, der 19-Zoll Einbausatz HZO91 sowie eine Tasche vom Typ HZO90 zum Transport und Schutz der Geräte.
Die Optionen HOO10/11/12 ermöglichen die Analyse serieller Busse, nähere Informationen finden Sie in Kap. 2.10.

2.6 Allgemeines Bedienkonzept

Die HAMEG Oszilloskope sind für ihre einfache Bedienung bekannt. Dies beruht auf einigen wenigen Grundprinzipien, die sich bei verschiedensten Einstellungen und Funktionen wiederholen:

- Tasten, die kein Softmenü öffnen (wie z.B. SCROLL BAR) schalten eine bestimmte Funktion ein, das nochmalige Drücken dieser Taste schaltet die Funktion wieder aus.
- Tasten, die eine spezielle Funktion aufrufen (z.B. die FFT), welche weitere Einstellungen ermöglichen oder erfordern,

schalten beim ersten Druck die Funktion ein, beim zweiten Druck das Softmenü für die Einstellungen und beim dritten Druck schalten sie die Funktion wieder aus.

- Tasten, mit denen beim einfachen Druck ein Softmenü geöffnet wird, schließen dieses beim zweiten Druck wieder.
- Der Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld dient in den Menüstrukturen je nach Erfordernissen dazu, Zahlenwerte einzustellen oder unter vielen Unterpunkten zu wählen und ggfs. durch Druck zu bestätigen. Außerdem dient er bei eingeschalteten Cursormessungen zur Auswahl des Cursors.
- Die Taste MENU OFF unterhalb der Softmenü-Tasten schließt das aktuelle Menü oder schaltet zurück auf die nächsthöhere Ebene.
- Kanäle werden, wenn der Kanal ausgeschaltet ist, durch Druck der entsprechenden Taste eingeschaltet. Wenn der Kanal zwar schon eingeschaltet ist, aber ein anderer Kanal ausgewählt (Taste leuchtet), so springt die Auswahl auf den Kanal, dessen Taste gedrückt wurde, die auch aufleuchtet. Wenn der Kanal bereits angezeigt und ausgewählt ist (man also auf eine leuchtende Kanaltaste drückt), so wird dieser Kanal ausgeschaltet und je nach Verfügbarkeit der nächstliegende in der Reihenfolge CH1 >CH2 >CH3 >CH4 aktiviert.
- Die COARSE / FINE-Taste dient dazu, die Auflösung des Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeldes zwischen grob und fein umzuschalten. Wenn die Taste leuchtet, ist die feine Auflösung aktiv.

In den Softmenüs gibt es einige häufig verwendete Navigationselemente die im folgenden beschrieben werden.

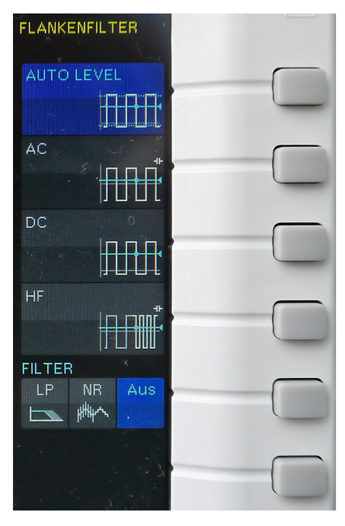


Abb. 2.7: Softmenügrundelemente Auswahl



Abb. 2.8: Softmenügrundelemente Einstellung und Navigation

Wie in Abb. 2.7 zu erkennen ist, gibt es zwei Auswahlelemente. Aus den oberen drei wird dasjenige Element ausgewählt, dessen zugehöriger Softmenüknopf gedrückt und das ausgewählte Element blau hinterlegt wird. Eine zweite Auswahlvariante ist in den unteren beiden Menüpunkten dargestellt, ein Druck der zugeordneten Taste bewirkt ein Umschalten zwischen den Möglichkeiten. Die jeweils aktive Auswahl wird auch hier blau hinterlegt.

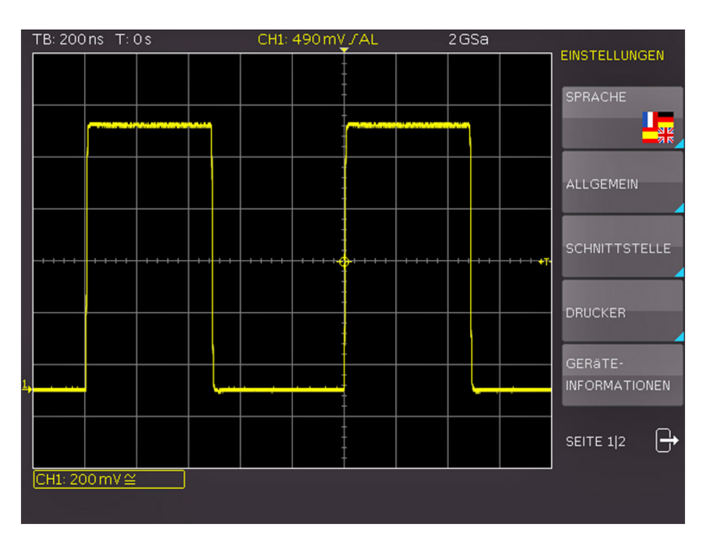


Abb. 2.9: Menü für Grundeinstellungen

Wenn es sich um Funktionen handelt, die eingeschaltet und bei denen auch Werte eingestellt werden müssen, werden die Menüs wie in Abb. 2.8 genutzt. Dort wird zwischen AUS und Einstellwert umgeschaltet. Der runde Pfeil rechts im Menüfenster deutet darauf hin, dass zum Einstellen des Wertes der Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld genutzt wird. Wenn es eine Menüebene tiefer gibt, so wird dies mit einem kleinen Dreieck rechts unten in dem jeweiligen Menüpunkt angezeigt.

Gibt es auf gleicher Ebene weitere Seiten, so wird zur Navigation auf dieser Ebene der unterste Menüpunkt genutzt. Er beinhaltet die Anzahl der Menüseiten auf dieser Ebene und gibt die aktuelle Seitenzahl an. Mit dem Druck auf die entsprechende Softmenü-Taste wird immer eine Seite weitergeschaltet, nach der Letzten folgt immer die Erste.

2.7 Grundeinstellungen und integrierte Hilfe

Wichtige Grundeinstellungen wie die Sprache der Benutzeroberfläche und die integrierte Hilfe, allgemeine Einstellungen sowie Schnittstelleneinstellungen werden mittels SETUP-Taste im Bereich GENERAL des Bedienfeldes vorgenommen. Auf der ersten Seite des Menüs kann die Sprache der Bedienoberfläche und Hilfe ausgewählt werden. Die Softmenü-Taste ALLGEMEIN öffnet ein Menü, in dem folgende Einstellungen vorgenommen werden können:

- MENÜ AUS (wählbar ist hier manuell oder automatisch mit einer Zeit zwischen 4-30 Sekunden zum Ausblenden der Softmenüs)
- DATUM & ZEIT (Menü zum Einstellen von Datum und Uhrzeit)
- SOUND (Menü um den Ton als Kontrollton bei Einstellungen, im Fehlerfall und bei Trigger einzuschalten, jede Kombination ist möglich)
- GERÄTENAME (Vergabe eines Namen mit max.19 Buchstaben, dieser wird bei Bildschirmausdrucken mit aufgeführt)
- HAMEG-LOGO IM AUSDRUCK (hier können Sie wählen, ob das HAMEG Logo im Ausdruck oben rechts erscheint oder nicht)

Der Menüpunkt SCHNITTSTELLE führt je nach installierter Schnittstelle (USB und RS-232 sind Standard) zur Schnittstellenkonfiguration.

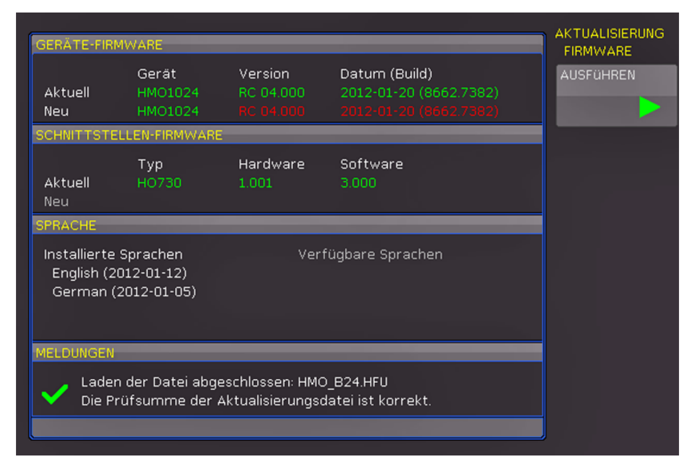


Abb. 2.10: Aktualisierungsmenü und Informationsfenster

Der Menüpunkt DRUCKER umfasst Einstellungen für POSTSCRIPT und PCL kompatible Drucker. Nach dem Drücken dieser Softmenutaste öffnet sich ein Untermenü, in welchem das Papierformat und der Farbmodus eingestellt werden können. Mit dem obersten Menüpunkt PAPIERFORMAT kann mit der zugeordneten Softmenü-Taste zwischen den Formaten A4, A5, B5, B6, Executive, Letter und Legal in Hoch und Querformat gewählt werden. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld wählen Sie das gewünschte Format aus, welches anschließend auf der Softmenü-Taste aufgeführt ist.

Mit dem Menüpunkt FARBMODUS kann mit derselben Einstellungsmethode zwischen Graustufen, Farbe und Invertiert gewählt werden. Der Graustufenmodus wandelt das Farbbild in ein Graustufenbild, welches auf einem Schwarz-Weiß-Postscriptdrucker ausgegeben werden kann. Im Modus Farbe wird das Bild farblich wie auf dem Bildschirm angezeigt ausgedruckt (schwarzer Hintergrund). Der Modus Invertiert druckt ein Farbbild mit weißem Hintergrund auf einem Farbdrucker aus, um Toner bzw. Tinte zu sparen.

Im invertierten Modus sollte die Intensität der Kurven mit ca. 70% eingestellt sein, damit ein kostrastreicher Ausdruck möglich ist.

Der Menüpunkt GERÄTEINFORMATIONEN öffnet ein Fenster mit detaillierten Informationen über Hardware und Software des Messgerätes.

Auf der zweiten Seite befindet sich das Menü für die Geräte- und Hilfeaktualisierung (wird im folgenden Kapitel ausführlich beschrieben), sowie den TK-ABGLEICH und BUS SIGNALQUELLE. Ein Druck auf diese Softmenü-Taste öffnet das Auswahlmenü für die Ausgabe am ADJ. Ausgang und der Bussignalquelle. Die Beschreibung der Einstellungen entnehmen Sie bitte Kapitel 2.8.

Die integrierte Hilfe wird durch Druck auf die HELP-Taste im Bereich GENERAL des Bedienfeldes aktiviert. Es wird ein Fenster mit den Erklärungstexten geöffnet und die HELP-Taste leuchtet. Der Text im Hilfefenster wird dynamisch mit den Beschreibungen der jeweils aufgerufenen Einstellung oder Funktion aktualisiert. Wenn Sie die Hilfe nicht mehr benötigen, schalten Sie diese durch Druck auf die HELP-Taste wieder aus. Damit erlischt die Taste und das Textfenster für die Hilfe wird geschlossen.

2.8 Bussignalquelle

Die HMO Serie verfügt links neben dem Kanal 1 über vier Kontakte, an denen je nach Einstellung folgende Signale generiert werden:

- Rechtecksignal zur Tastkopfjustage (Standardeinstellung), Frequenz 1 kHz oder 1 MHz
- SPI Signal, Datenrate 100 kBit/s, 250 kBit/s oder 1 MBit/s
- I^{2}C Signal, Datenrate 100 kBit/s, 400 kBit/s oder 1 MBit/s
- UART Signal, Datenrate 9600 Bit/s, 115,2 kBit/s und 1 MBit/s
- paralleles Muster (zufällig), Frequenz 1 kHz oder 1 MHz
- paralleles Zählersignal, Frequenz 1 kHz oder 1 MHz

Dabei ist der Anschluss links oben immer Masse und die Signalpegel betragen etwa 1 V. Die folgende Tabelle zeigt die Belegung der vier Ausgänge S1, S2, S3 und ⎍ je nach Signal.

Um in das Einstellmenü für die Bussignalquelle zu gelangen, drückt man die Taste SETUP im GENERAL Abschnitt des Bedienfeldes, wählt dort die Seite 2|2 und drückt die Softmenü-Taste TK-ABGLEICH. Die gewünschte Betriebsart für die Bussignalquelle kann nun ausgewählt werden. Es wird zu jeder Betriebsart ein Bild mit der entsprechenden Anschlussbelegung eingeblendet. Durch Druck auf eine Softmenü-Taste wird ein Untermenü mit der Geschwindigkeitseinstellung der gewählten Betriebsart geöffnet.

Signal	S1	S2	S3	⎍
Rechteck	unbenutzt	unbenutzt	unbenutzt	Rechteck
SPI	Chip Select Low aktiv	Takt, steigende Flanke	Daten, High aktiv	unbenutzt
I^{2}C	unbenutzt	Takt SCL	Daten SDA	unbenutzt
UART	unbenutzt	unbenutzt	Daten	unbenutzt
Muster	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3
Zähler	Bit 0	Bit 1	Bit 2	Bit 3

Bei einem Rechtecksignal für die Tastkopfjustage kann zwischen 1 kHz für den NF- ,1 MHz für den HF-Abgleich oder AUTOMATIK (Standardeinstellung) gewählt werden. Im Automatikmodus schaltet der Ausgang bei Zeitbasen ab 100 µs auf 1 kHz, bei kleineren Zeitbasen wird 1 MHz ausgegeben. Die verschiedenen Signale ermöglichen das Erlernen und Überprüfen der Einstellungen für die parallele und optionale serielle Busanalyse.

2.9 Gerätefirmware- und Hilfe-Update

Die HMO Serie wird ständig weiterentwickelt. Die aktuelle Firmware kann unter www.hameg.com herunterge-

laden werden. Die Firmware und Hilfe ist in eine ZIP-Datei gepackt. Je nach notwendigem Updateumfang enthält die Zip-Datei entweder alle Updates oder zum Beispiel nur die Gerätefirmware. Ist die ZIP-Datei heruntergeladen, wird diese auf einen USB Stick in dessen Basisverzeichnis entpackt. Anschließend wird der USB-Stick mit dem USB Port am Oszilloskop verbunden und die Taste SETUP im GENERAL-Bedienfeldabschnitt gedrückt. Der Menüpunkt AKTUALISIERUNG befindet sich auf Seite 2|2. Nach Anwahl dieses Menüpunktes öffnet sich ein Fenster, in dem die aktuell installierte Firmwareversion mit Angabe der Versionsnummer, des Datums und der Build-Information angezeigt wird. Gerätefirmware, Sprache oder Hilfe können hier aktualisiert werden.



Abb. 2.11: Menü und Informationsfenster des Hilfe-Updates

Wird die Softmenü-Taste zur Gerätefirmwareaktualisierung betätigt, so wird die entsprechende Datei auf dem Stick gesucht und die Informationen der neu zu installierenden Firmware auf dem Stick unter der Zeile NEU: angezeigt. Sollte die Firmware auf dem Gerät der aktuellsten Version entsprechen, so wird die Versionsnummer rot angezeigt, ansonsten erscheint die Versionsnummer grün. Nur in diesem Falle sollte die Aktualisierung durch Drücken der Softmenü-Taste AUSFÜHREN gestartet werden. Wenn die Hilfe aktualisiert oder eine zusätzliche Hilfesprache hinzugefügt werden soll, so wird der Menüpunkt HILFE im Aktualisierungsmenü gewählt.

Es können maximal 4 Sprachen gleichzeitig installiert werden. Sind bereits alle Sprachplätze vergeben, muss erst eine vorhandene gelöscht werden, bevor die neue Sprache installiert werden kann!

Im Informationsfenster werden nun neben den installierten Sprachen mit der Datumsinformation die entsprechenden Informationen zu den verfügbaren Sprachen auf dem Stick angezeigt. Mit dem Softmenü lassen sich Sprachen hinzufügen, entfernen oder aktualisieren. Bitte beachten Sie das Datumsformat (JJJJ-MM-TT), welches bei der mehrsprachigen Hilfe der ISO Norm 8601 folgt.

2.10 Upgrade mit Softwareoptionen

Die HMO Serie kann mit Optionen nachgerüstet werden, die mittels Eingabe eines Lizenzschlüssels freigeschaltet werden können. Derzeit sind die Optionen HOO10/HOO11/HOO12 verfügbar. Die Option HOO10 erlaubt das Triggern und Dekodieren von bis zu 2 der seriellen Busse I^2C, SPI, UART/RS-232 auf digitalen (Option HO3508) und den analogen Kanälen. Die Option HOO11 ermöglicht dies nur auf den analogen Kanälen und nur einen der Busse. Die Option HOO12 ermöglicht das Triggern und Dekodieren von bis zu 2 seriellen Bussen CAN und LIN sowohl auf den analogen als auch den digitalen Kanälen. Der Lizenzschlüssel wird in der Regel als Datei Anhang (Name: „SERIENNUMMER.hlk“) in einer E-Mail zugeschickt. Diese Datei ist eine ASCII Datei und kann mit einem Editor geöffnet werden. Darin kann der eigentliche Schlüssel im Klartext gelesen werden.

Um die gewünschte Option mit diesem Schlüssel im Gerät freizuschalten gibt es zwei Verfahren: das automatisierte Einlesen oder die manuelle Eingabe.

Die schnellste und einfachste Möglichkeit ist das automatisierte Einlesen über einen USB Stick. Die Lizenzdatei wird auf einem USB Stick gespeichert und anschließend über den FRONT-USB-Anschluss in das Gerät geladen. Nach

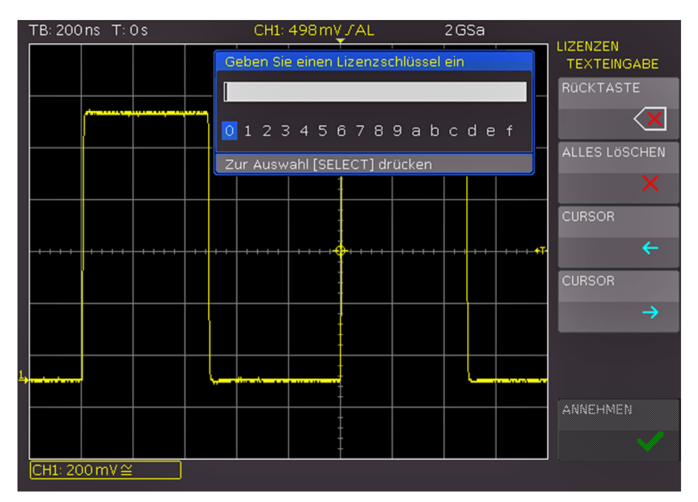


Abb. 2.13: manuelle Eingabe des Lizenzschlüssels

Betätigen der Taste SETUP im GENERAL Abschnitt des Bedienfeldes des HMO öffnet sich das SETUP-Menü.

Auf Seite 2|2 befindet sich das Menü LIZENZEN. (siehe Abb. 2.13)
Die Softmenü-Taste AUS LIZENZDATEI LESEN öffnet den Dateimanager. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld kann die entsprechende Lizenzdatei ausgewählt und anschließend mit der Softmenü-Taste LADEN geladen werden. Nun wird der Lizenzschlüssel geladen und die Option steht nach einem Neustart des Gerätes umgehend zur Verfügung.

Alternativ kann der Lizenzschlüssel manuell eingegeben werden. Dazu wird im Menü UPGRADE die Softmenü-Taste SCHLÜSSEL MAN. EINGEBEN gewählt. Dies öffnet ein Eingabefenster, in dem man mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld und der ENTER-Taste den Lizenzschlüssel manuell eingeben kann.

Ist der gesamte Schlüssel eingegeben, wird die Eingabe mit der Softmenü-Taste ANNEHMEN übernehmen. Nach einem Neustart des Gerätes ist die Option aktiviert.

2.11 Selbstabgleich

Die HMO Serie verfügt über einen integrierten Selbstabgleich, um die höchstmögliche Genauigkeit zu erzielen.Im allgemeinen Selbstabgleich werden die vertikale Genauigkeit, der Offset, die Zeitbasis sowie einige Triggereinstellungen justiert und die ermittelten Korrekturwerte im Gerät abgespeichert.

Das Gerät muss warmgelaufen sein (mind. 20 Minuten eingeschaltet) und alle Eingänge müssen „frei" sein, d.h. angeschlossene Kabel oder Tastköpfe müssen entfernt werden.

Im Menü SETUP wird auf Seite 2|2 mit der Softmenü-Taste SELBSTABGLEICH der Selbstabgleich durch Drücken der Taste START gestartet. Die Abgleichprozedur dauert etwa 5-10 Minuten, wobei die gerade durchgeführten Schritte dargestellt und der jeweilige Fortschritt über Balken angezeigt werden. Im Anschluss an einen erfolgreichen Selbstabgleich erscheint folgende Meldung. wie in Abb. 2.14 dargestellt.

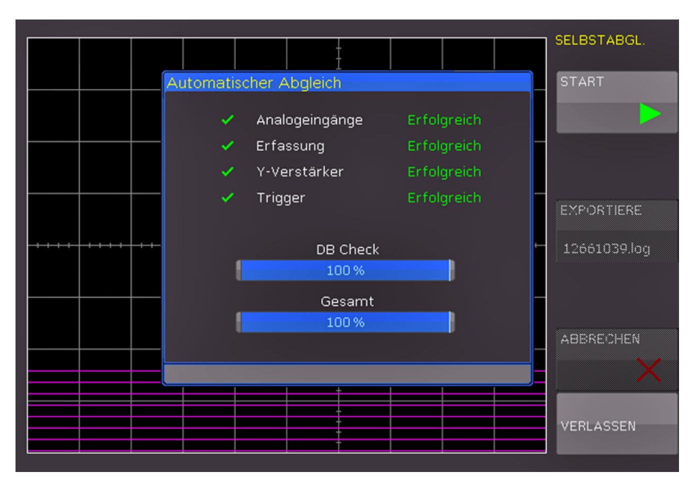


Abb. 2.14: erfolgreicher Selbstabgleich

Das Selbstabgleich-Menü wird durch die Softmenü-Taste VERLASSEN verlassen. Der Selbstabgleich kann mit der Softmenü-Taste ABBRECHEN unterbrochen werden. Der Selbstabgleich sollte nur unterbrochen werden, falls z.B. das Entfernen der Tastköpfe vergessen wurde. Nach einem Abbruch sollte nochmals ein kompletter Selbstabgleich durchgeführt werden.

Sollte beim Selbstabgleich ein Fehler auftreten, obwohl der Abgleich wie beschrieben durchgeführt wurde, so schicken Sie bitte eine exportierte .log Datei (siehe Selbstabgleichmenü) an support@hameg.com. Diese lässt sich auf einem USB Stick speichern.

2.12 Selbstabgleich Logiktastkopf

Im Selbstabgleich für den Logiktastkopf werden vorrangig die Schaltpegel abgeglichen. Um den Selbstabgleich des Logiktastkopfes zu starten, muss ein Logiktastkopf HO3508 an das HMO angeschlossen sein. Allerdings dürfen die Bitleitungen nicht kontaktiert werden. Im Menü wird nun der Menüpunkt SELBSTABGLEICH LOGIKTASTKOPF gewählt, um den Prozess zu starten. Der Ablauf ist ähnlich dem allgemeinen Geräteabgleich, dauert allerdings nur wenige Sekunden.

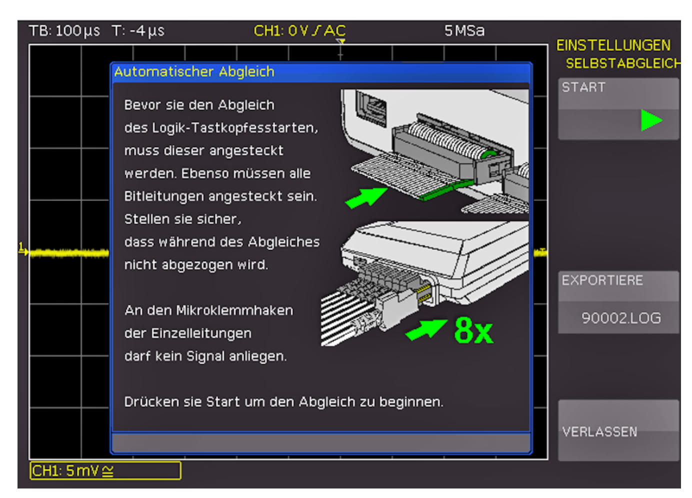


Abb. 2.15: Selbstabgleich Logiktastkopf

3 Schnelleinstieg

Im folgenden Kapitel werden Sie mit den wichtigsten Funktionen und Einstellungen Ihres neuen HAMEG HMO Oszilloskopes vertraut gemacht, so dass Sie das Gerät umgehend einsetzen können. Als Signalquelle wird der eingebaute Probe-Adjust-Ausgang genutzt, so dass Sie keine zusätzlichen Geräte für die ersten Schritte benötigen.

3.1 Aufstellen und Einschalten des Gerätes

Ergonomisch gut ist das Gerät aufgestellt, wenn sie die Füße ausklappen, so dass das Display leicht nach oben geneigt ist. Stecken Sie nun das Stromkabel in die Buchse auf der Rückseite des Gerätes. Durch Drücken des Ein/Aus Schalters auf der Rückseite und ggfs. der Ruhezustandtaste [1] auf der Vorderseite schalten Sie das Gerät ein. Nach wenigen Sekunden erscheint die Anzeige und das Oszilloskop ist messbereit. Drücken Sie jetzt bitte die AUTOSET-Taste [15] für mindestens 3 Sekunden. Dadurch setzen Sie die wichtigsten Einstellungen des Oszilloskopes auf die jeweiligen Standardeinstellungen zurück.

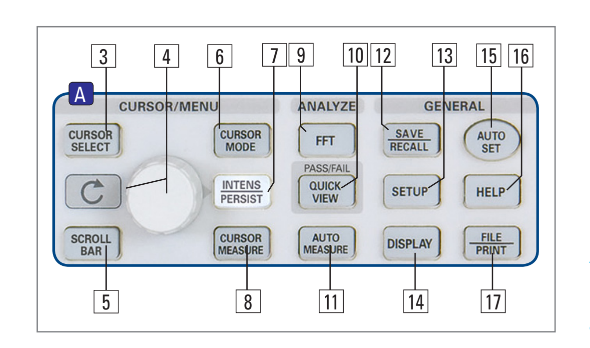


Abb. 2.2: Bedienfeld-abschnitt A

3.2 Anschluss eines Tastkopfes und Signalerfassung

Die passiven Tastköpfe sollten vor dem ersten Einsatz abgeglichen werden. Die Vorgehensweise entnehmen Sie bitte den Tastkopfbeschreibungen. Legen Sie den Tastkopf dazu in die vorgesehene Auflage des ADJ.-Ausgangs, so dass die Spitze von dem Loch des rechten Ausganges aufgenommen wird und der Masseanschluss im linken Ausgang aufliegt (siehe auch Abb. 4.3 in Kapitel 4).

Entnehmen Sie nun einen mitgelieferten Tastkopf und entfernen die Schutzkappe von der Spitze. Stecken Sie die Kompensa-tionsbox des Tastkopfes auf den BNC Anschluss von Kanal 1 und verriegeln diesen durch Drehen des schwarzen Drehgriffes nach rechts, bis er spürbar einrastet.

Blau unterlegt sind die aktiven Einstellungen, mehrmaliges Drücken der Tasten wechselt jeweils zwischen den Einstellungen.

Am rechten Bildschirmrand sehen Sie das Kurzmenü von CH1, mit dem Sie oft genutzte Einstellungen sofort mit der jeweils rechts neben den Menüpunkten zugeordneten Softmenü-Taste ändern können. Drücken Sie einmal die oberste Softmenü-Taste, um die Eingangskopplung auf DC umzuschalten. Zum Abschluss drücken Sie einmal kurz die AUTOSET-Taste [15] und nach wenigen Sekunden hat das Oszilloskop die Verstärker-, Zeitbasis- und Triggereinstellungen automatisch vorgenommen, Sie sehen nun ein Rechtecksignal.

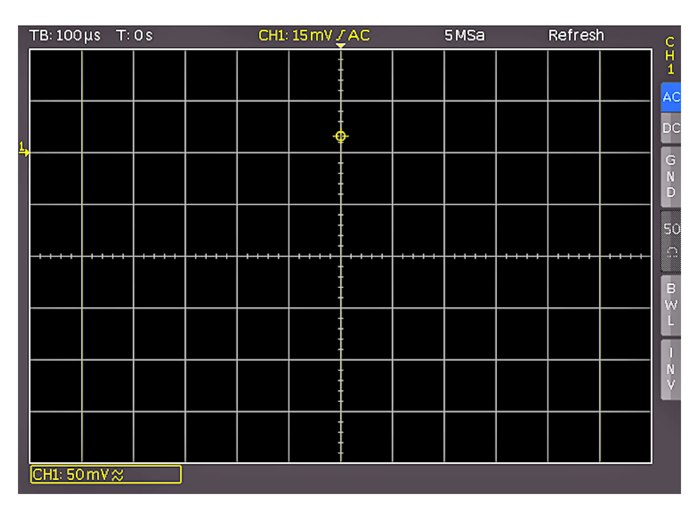


Abb. 3.2: Bildschirm nach Anschluss des Tastkopfes

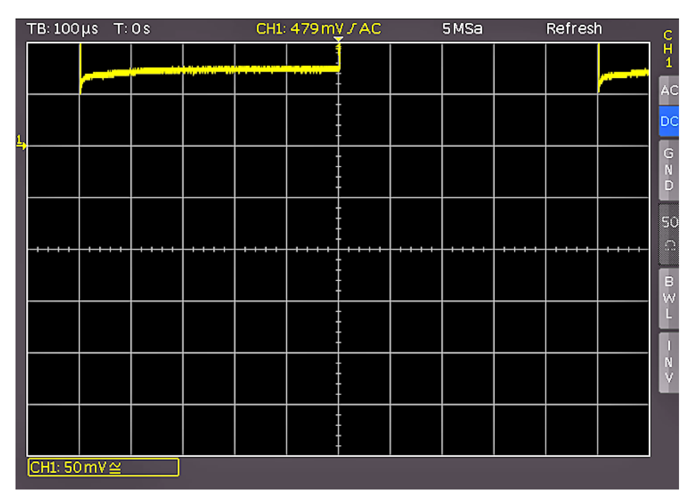


Abb. 3.3: Bildschirm nach Umstellen auf DC Kopplung

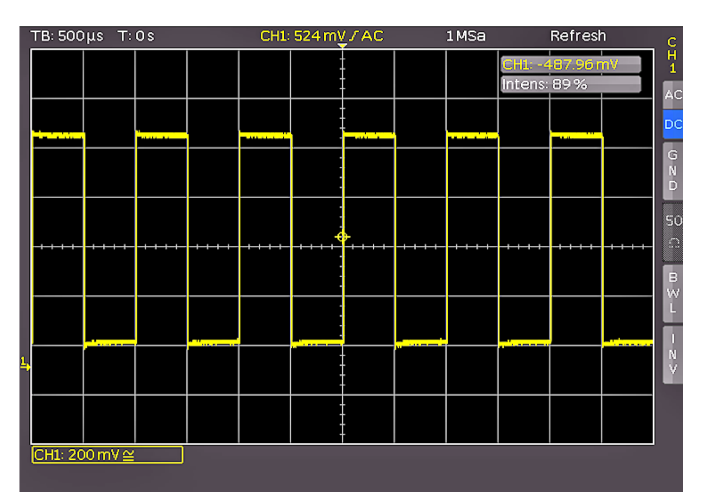


Abb. 3.4: Bildschirm nach Autosetup

3.3 Betrachten von Signaldetails

Mit dem Zeitbasisknopf [43] können Sie das aufgenommene Zeitfenster verändern. Durch Drehen nach links vergrößern Sie die Zeitbasis und Sie können aufgrund der Speichertiefe von 2 Mbyte pro Kanal lange Zeitfenster mit hoher Auflösung aufnehmen. Drehen Sie den Zeitbasisknopf solange nach links, bis Sie links oben auf dem Bildschirm

„TB:5ms“ ablesen. Drücken Sie jetzt die Taste ZOOM [40]. Sie erhalten eine Zweifenster-Darstellung (Abb. 3.6): Im oberen Fenster sehen Sie das gesamte aufgenommene Signal, darunter einen vergrößerten Ausschnitt. Mit dem Zeitbasisknopf können Sie jetzt den Dehnungsfaktor einstellen und mit dem kleinen Drehknopf die X-Position des Ausschnittes justieren.

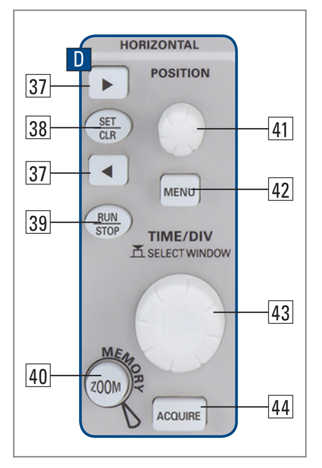


Abb. 3.5: Teil D des Bedienfeldes mit Zoomtaste

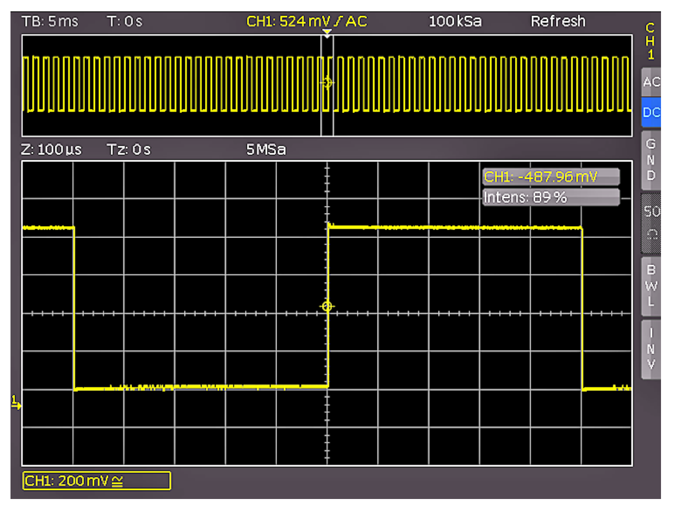


Abb. 3.6: Zoomfunktion

Mit einem erneuten Druck auf die ZOOM-Taste [40] schalten Sie diesen Modus wieder aus.

3.4 Cursormessungen

Nachdem Sie das Signal auf dem Bildschirm dargestellt und auch im Detail angesehen haben, soll es mit den Cursors vermessen werden. Drücken Sie erneut kurz die AUTOSET-Taste und anschließend die CURSOR/MEASURE-Taste. Nun können Sie im geöffneten Menü die Art des Messcursor auswählen. Dazu drücken Sie die oberste Softmenü-Taste neben MESSART, um das entsprechende Auswahlmenü zu öffnen. Mit dem Universalknopf im CURSOR/MENU Bedienfeldabschnitt können Sie die Auswahl vornehmen, indem Sie ihn nach links drehen, bis der Eintrag „V-Marker“ unterlegt ist. Schließen Sie das Menü mit einem Druck auf den Universalknopf, mit der MENU OFF-Taste oder warten Sie auf die automatische Ausblendung nach wenigen Sekunden. Jetzt werden zwei Cursors im Signal sowie die Mess-Ergebnisse unten rechts im Display angezeigt. Wählen Sie den aktiven Cursor mittels drücken auf den Universalknopf aus und positionieren ihn durch drehen dem Universalknopf. Die Messwerte der Cursors können Sie im Bild unten rechts entnehmen. Dort werden im gewählten Fall des „V-Marker“ die Spannungen an beiden Cursorpositionen, deren Differenz, sowie die zeitliche Differenz der Cursorpositionen angezeigt. Das Ausschalten

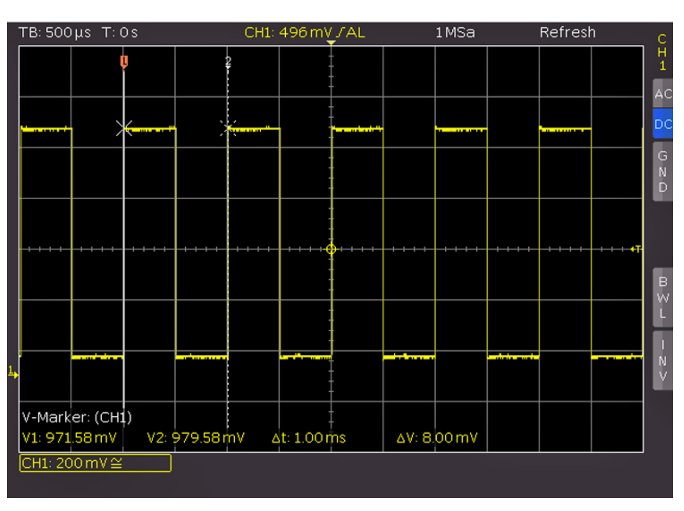


Abb. 3.7: Cursormessungen

der Cursors erfolgt durch Drücken der Cursor Measure-Taste und der Wahl des untersten Menüeintrags Cursors Aus mit der zugehörigen Softmenü-Taste.

3.5 Automatische Messungen

Neben den Cursormessungen sind die wichtigsten Kennwerte einer Signalkurve durch automatische Messungen darstellbar.
Ihr HAMEG Oszilloskop bietet Ihnen zwei Möglichkeiten:

- die Definition der Darstellung von 6 Parametern auch aus unterschiedlichen Quellen,
- die schnelle Darstellung aller wichtigen Parameter innerhalb einer Quelle mit der Quickview-Funktion.

Bitte ändern Sie die Zeitbasis auf 100 µs pro Skalenteil und drücken dann die Taste QUICKVIEW [10]. Sie erhalten folgende Darstellung:
Hier sehen Sie die wichtigsten Parameter im Signal eingeblendet:

- positive und negative Spitzenspannung,
- Anstiegs- und Abfallzeit,
- Mittelwert.

Unter dem Messgitter werden 10 weitere Parameter angezeigt:

- RMS,
- Frequenz,
- Spitze-Spitze Spannung,
- Periodendauer,

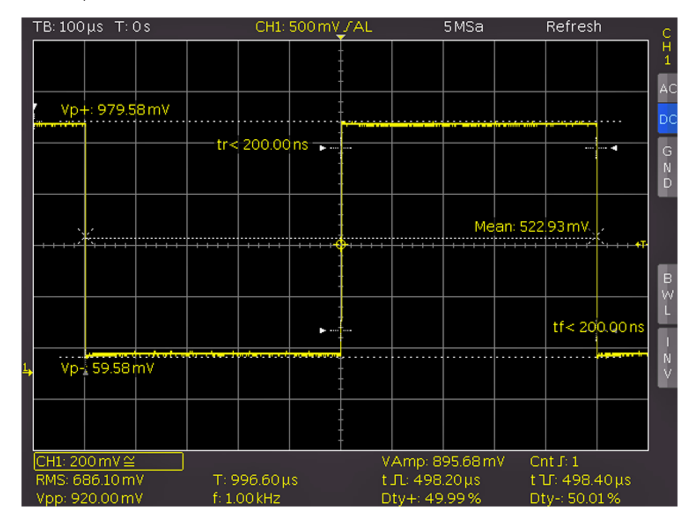


Abb. 3.8: Quickview Parametermessung

- Amplitude,
- pos. Pulsbreite,
- pos. Tastverhältnis,
- Anzahl steigender Flanken
- neg. Pulsbreite,
- neg. Tastverhältnis,

Somit haben Sie mit einem Tastendruck alle verfügbaren Parameter im Blick, die das Signal charakterisieren. Diese Funktion wird immer auf den gerade aktiven Anzeigekanal angewendet. Sie können auch Parameter von unterschiedlichen Kurven anzeigen. Dazu schalten Sie durch zweimaligen Druck der Taste QUICKVIEW [10] diesen Modus aus, schalten den CH2 durch Drücken der Taste CH2 [23] ein und öffnen mit der Taste AUTO MEASURE [11] folgendes Menü:

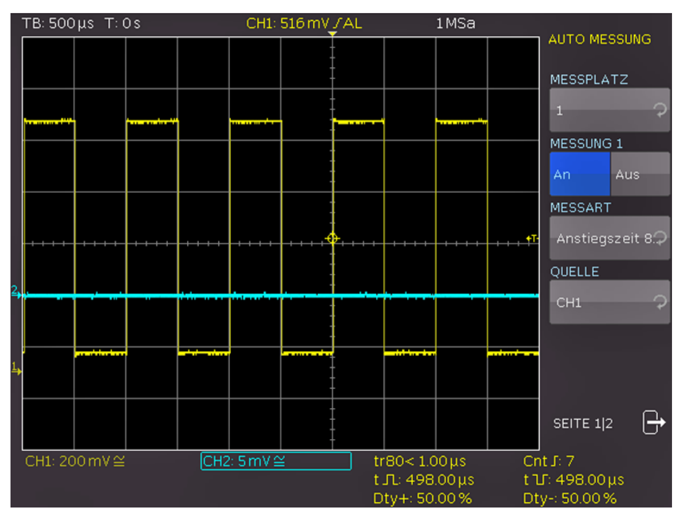


Abb. 3.9: AutoMeasure Menü

Mit dem Druck auf die Menütaste MESSPLATZ öffnet sich eine Liste und sie können mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld den entsprechenden Messplatz auswählen. Die Parameter werden unten im Bildschirm angezeigt und können definiert werden. Nachdem Sie mit der entsprechenden Softmenü-Taste einen Parameter ausgewählt haben, nutzen Sie den Universaldrehgeber [4] im CURSOR/MENU Bedienfeld, um die Auswahl vorzunehmen. Dieses Verfahren wird in allen Softmenüs, in denen Auswahlmöglichkeiten existieren, angewendet. In diesem Beispiel drücken Sie die Softmenü-Taste MESSART und wählen mit dem Universaldrehgeber als Parameter die Anstiegszeit.

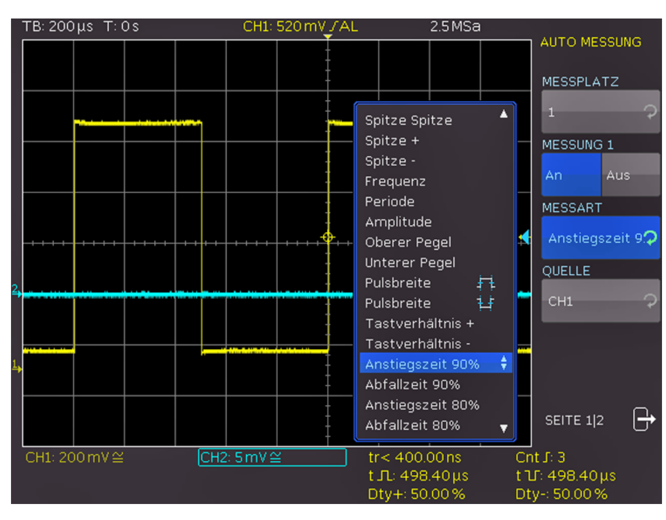


Abb. 3.10: Parameterauswahl

Drücken Sie jetzt die Taste CH2 im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes und schalten damit den Kanal 2 ein. Gehen Sie durch Drücken der Taste AUTOMEASURE in das Definitionsmenü zurück.

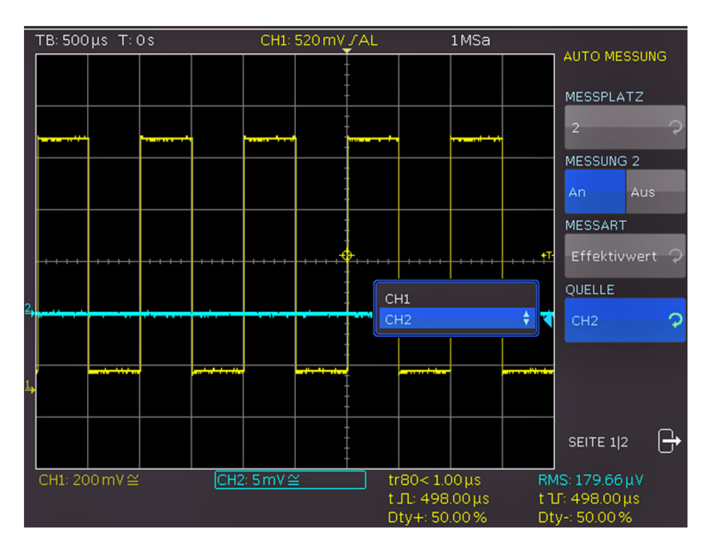


Abb. 3.11: Automatische Messung von zwei Quellen

Wählen Sie Messplatz 1, Messart Mean und Quelle CH1. Nun wählen Sie mit der oberen Softmenü-Taste MESSPLATZ den zweiten Messplatz. Diesen definieren Sie jetzt wie zuvor als RMS-Wert der Spannung von CH2. Auf Seite 2 des Menüs können Sie die komplette Statistik zu den eingestellten Kanälen einschalten und erhalten damit den jeweils aktuellen Messwert, den kleinsten, den größten, den Mittelwert, die Standardabweichung sowie Anzahl der für die Statistik verwendeten Werte. Nach dem Schließen des Menüs kann man die Parameter eindeutig zuordnen, da sie in der Farbe des Quellsignales (hier gelb für Kanal 1 und blau für Kanal 2) dargestellt werden.

3.6 Mathematikeinstellungen

Neben den Cursor- und automatischen Messungen kann Ihr HMO auch mathematische Operationen auf die Signale anwenden. Der Druck auf die Taste Math [26] öffnet ein

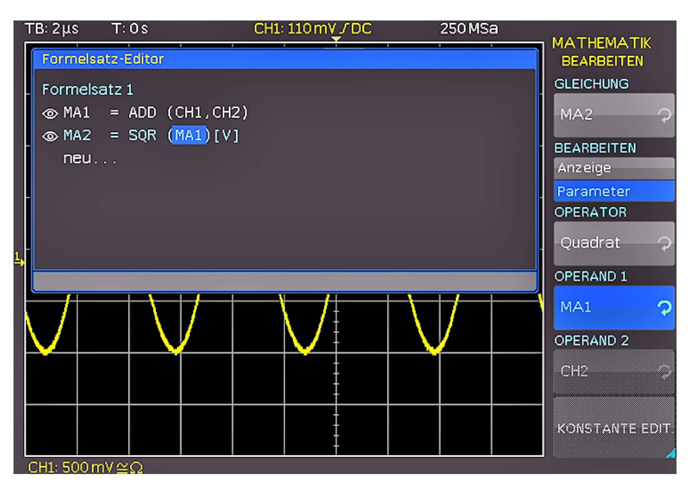


Abb. 3.12: Formeleditor

Kurzmenü, mit dem man eine Addition, Subtraktion, Multiplikation oder Division zweier analoger Kanäle vorneh-

men kann und schaltet die Anzeige der Mathematikkurve ein. Die oberste Softmenü-Taste ermöglicht dabei die Auswahl des einen Operanden, die darunterliegende wählt den Operator und die darunterliegende Softmenü-Taste den zweiten Operanden aus. Für die Operanden sind nur die Kanäle verfügbar, die auch eingeschaltet sind und damit angezeigt werden. Wenn Sie die unterste Softmenü-Taste MATH und anschließend die Taste MENU [21] drücken, öffnet sich der Formeleditor zur Auswahl und Definition von möglichen 5 Formelsätzen mit je bis zu 5 Mathematikfunktionen.

Die Änderungen der Einstellungen erfolgt erneut mit den Softmenü-Tasten und dem Universaldrehgeber [4]. Hier können Sie die am häufigsten genutzten Formeln definieren und abspeichern. Nach der Auswahl des gewünschten Formelsatzes und dem Drücken der Softmenü-Taste BEARBEITEN, können die einzelnen Funktionen des Formelsatzes bearbeitet und/oder angezeigt werden. Nachdem eine Mathematikfunktion definiert und mit der Softmenü-Taste SICHTBAR aktiviert wurden (AN), wird im Kurzmenü der Mathematikfunktionen diese Funktion angezeigt. Ein Druck auf die entsprechende Softmenü-Taste schaltet die Mathematikkurve ein, welche im Kurzmenü durch einen roten Punkt markiert wird. Es müssen die entsprechend in der Funktion gewählten Quellen eingeschaltet sein, damit die Mathematikkurve berechnet und die Ergebniskurve angezeigt werden kann.

3.7 Daten abspeichern

Ihr HMO kann 5 verschiedene Arten von Daten abspeichern:

- Geräteeinstellungen
- Referenzsignale
- Kurven (bis zu 24000 Punkte)
- Bildschirmfotos
- Formelsätze

Von diesen Datenarten lassen sich nur Kurven und Bildschirmfotos auf einem angeschlossenen USB-Stick abspeichern. Alle anderen Einstellungen lassen sich sowohl auf einem USB-Stick, als auch intern in einem nichtflüchtigen Speicher im Gerät ablegen. Um die gewünschten Daten speichern zu können, müssen Sie die Art und das Speicherziel festlegen. Verbinden Sie zunächst einen USB-Stick mit dem vorderen USB-Anschluss Ihres Oszilloskops. Drücken Sie nun die Taste SAVE/RECALL [12], um das entsprechende Menü zu öffnen.

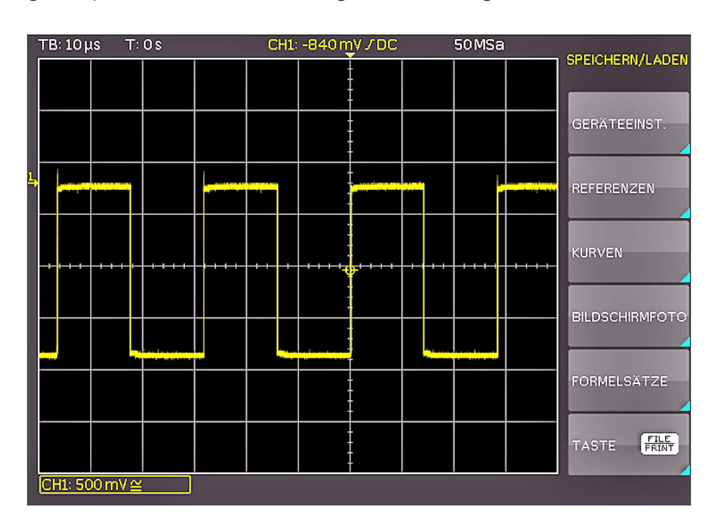


Abb. 3.13: Speichern und Laden Menü

Wählen Sie nun die gewünschte Speicherart durch Drücken der entsprechenden Softmenü-Taste (in unserem Beispiel Bildschirmfoto), um in das Einstellungsmenü zu gelangen.

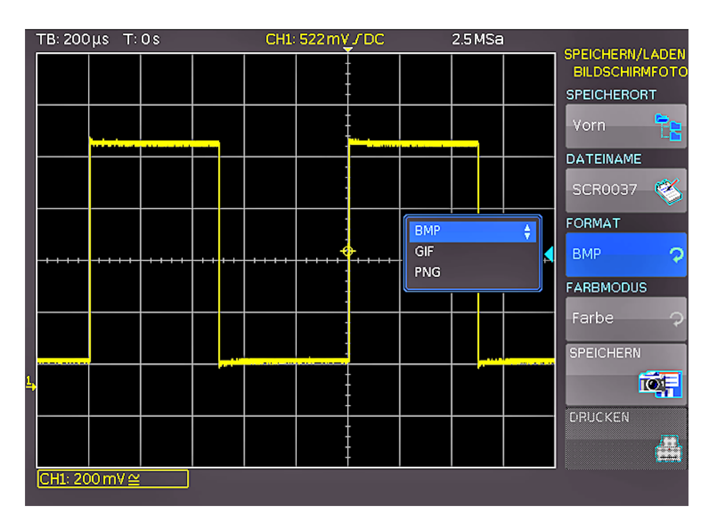


Abb. 3.14: Bildschirmfoto Einstellungsmenü

Achten Sie darauf, dass im obersten Menü der Speicherort Vorn ausgewählt ist (durch Druck auf die Softmenü-Taste öffnet sich ein Menü, in welchem Sie diese Einstellung vornehmen können). Dazu muss ein USB-Stick mit dem vorderen USB-Anschluss Ihres Oszilloskops verbunden

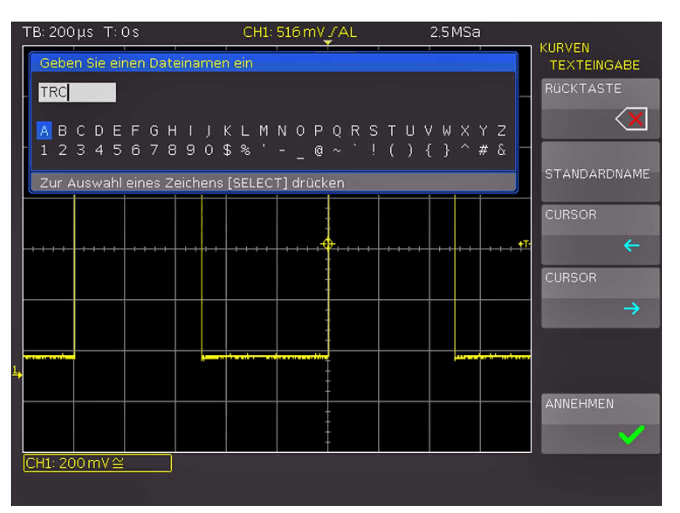


Abb. 3.15: Dateinamenvergabe

und vom Gerät erkannt worden sein. Durch Drücken der Softmenü-Taste SPEICHERN können Sie nun ein Bildschirmfoto mit dem voreingestellten Namen abspeichern (den aktuellen Dateinamen sehen Sie in dem Menüeintrag DATEINAME). Sie können der Zieldatei auch einen Namen mit maximal 8 Buchstaben vorgeben. Dazu wählen Sie den Menüpunkt DATEINAME und geben mit Hilfe des Universaldrehgebers den Namen vor (in unserem Beispiel „TRC"). Nach dem Betätigen der Softmenü-Taste ANNEHMEN, übernimmt das Oszilloskop den Namen und kehrt in das

Einstellungsmenü zurück. Dort können Sie sofort das aktuelle Bild abspeichern, indem Sie die Softmenü-Taste SPEICHERN drücken. Sie können auch im Menü eine Ebene zurückgehen (mit der untersten Menu OFF-Taste) und dort den Menüpunkt TASTE FILE PRINT wählen. Im folgenden Menü drücken Sie die Softmenü-Taste BILDSCHIRMFOTO und weisen damit die Funktion Bildschirmausdruck mit den vorgenommenen Einstellungen der Taste FILE/PRINT 17 zu. Nun sind Sie in der Lage, zu jedem Zeitpunkt und aus jedem Menü heraus einen Bildschirmausdruck auf dem USB-Stick durch Drücken der FILE/PRINT Taste zu generieren.

4 Vertikalsystem

Für die vertikalen Einstellungen stehen die Drehknöpfe für Y-Position und Verstärkereinstellungen, ein ständig eingeblendetes Kurzmenü sowie ein erweitertes Menü zur Verfügung.

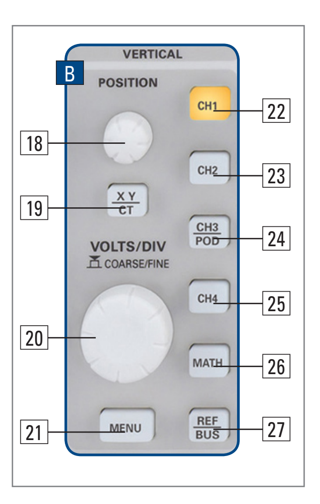


Abb. 4.1: Bedienfeld des Vertikalsystems

Die Auswahl, für welchen Kanal die Einstellmöglichkeiten gelten, wird durch das Drücken der entsprechenden Kanaltaste getroffen. Die Aktivierung der Kanaltaste wird durch das Leuchten einer farblichen LED in der jeweiligen Kanalfarbe gekennzeichnet. Zusätzlich wird die Kanalbezeichnung des aktivierten Kanales im Bildschirm umrandet und heller dargestellt, als die nicht aktivierten. Das jeweilige Kurzmenü ist immer sichtbar, das erweiterte Menü wird durch den Druck auf die Taste MENU 21 eingeschaltet.

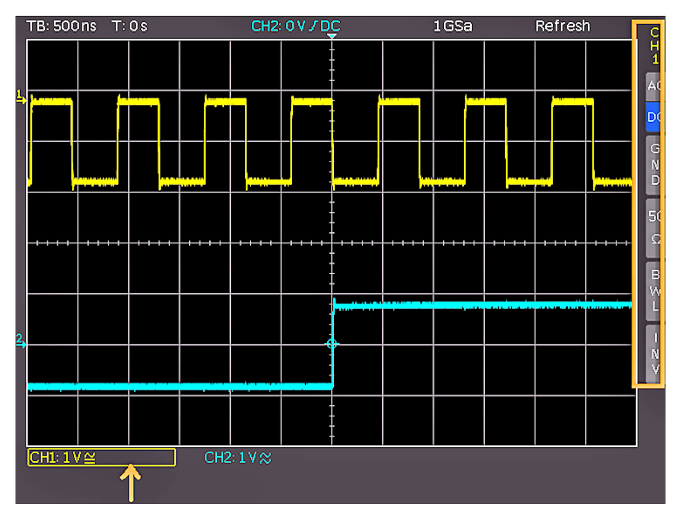


Abb. 4.2: Kurzmenü für vertikale Einstellung

4.1 Kopplung

Bei der Kopplung für die analogen Eingänge unterscheidet man zunächst den Eingangswiderstand, welcher 1 MΩ oder 50 Ω betragen kann (nur bei den HMO152x und HMO202x), die HMO72x und 102x haben keine 50 Ω-Eingänge.

Die 50 Ω Eingänge dürfen nicht mit Effektivspannungen größer 5 Volt beaufschlagt werden!

Die 50 Ω-Eingänge sollten nur verwendet werden, wenn in einer 50 Ω-Umgebung gemessen wird, also zum Beispiel ein Generator mit 50 Ω-Ausgangsimpedanz angeschlossen wurde und das Oszilloskop am Ende des Signalpfades den

Leitungsabschluss darstellt. In allen anderen Einsatzfällen wird die Kopplung mit 1 MΩ Eingangswiderstand gewählt. Hierbei unterscheidet man, ob der Eingang DC gekoppelt ist, also die im Signal enthaltene Gleichspannung mitanzeigt, oder AC gekoppelt ist. Bei AC-Kopplung unterdrückt ein Eingangsfilter von 2 Hz die Anzeige von Gleichspannungen. An die 1 MΩ Eingänge dürfen Signale mit bis zu 200 V Effektivspannung direkt angeschlossen werden. Höhere Spannungen sind über externe Tastköpfe (bis zu 40 kV Spitzenspannung) messbar, diese sollten nur mit DC Kopplung verwendet werden. In den allgemein üblichen Anwendungen werden die mitgelieferten Tastköpfe angeschlossen, die auf die 1 MΩ Eingänge abgestimmt sind. Bei den HMO72x und HMO102x sind Tastköpfe HZ154 mitgeliefert, die 1:1/10:1 umschaltbar sind, das entsprechende Teilerverhältnis muss im Kanalmenü eingestellt werden. Die HMO152x und HMO202x werden mit den 10:1 Tastköpfen HZO10 geliefert die über einen hochohmigen Eingang von 10 MΩ, sowie eine automatische Teilererkennung verfügen.

Die passiven Tastköpfe sollten vor dem ersten Einsatz abgeglichen werden. Die Vorgehensweise entnehmen Sie bitte den Tastkopfbeschreibungen.

Der ADJ.-Ausgang am HAMEG Oszilloskop ist nur für Tastköpfe mit Teilerverhältnissen 1:1 und 1:10 geeignet. Für Teilerverhältnisse von 100:1 oder 1000:1 Tastköpfen müssen spezielle Generatoren verwendet werden! Nutzen Sie die kürzestmögliche Masseverbindung zum PROBE ADJUST-Ausgang, wie in Abbildung 4.3. dargestellt.

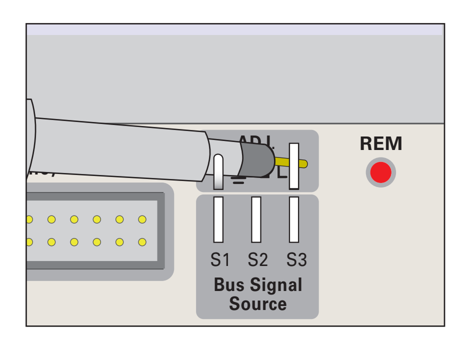


Abb. 4.3: Korrekter Tastkopfanschluss an den Probe Adjust Ausgang

Für die Einstellung der Kopplung steht das Kurzmenü zur Verfügung, in welchem mit einfachem Tastendruck auf die entsprechende Softmenü-Taste die Kopplung und zusätzlich eine grafische Invertierung des Eingangskanales eingestellt werden kann. Das Menü gilt jeweils für den aktiven Kanal. Welcher Kanal aktiv ist, zeigt die beleuchtete Kanaltaste an. Die Kanalbezeichnung des aktiven Kanals wird oben im Kurzmenü angezeigt. Das Umschalten erfolgt durch Drücken der gewünschten Kanaltaste.

4.2 Verstärkung, Y-Position und Offset

Die Verstärkung der analogen Eingänge kann mit dem großen Drehknopf im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes in 1-2-5 Schritten von 1mV/Skalenteil bis zum jeweiligen Maximalwert bei der 1 MΩ und (bei HMO152x und HMO202x) 50 Ω Kopplung eingestellt werden. Hier gilt der Drehknopf für den gerade aktiven Kanal, der durch Drücken der Kanaltaste gewählt wird. Eine Umschaltung auf eine stufenlose Verstärkereinstellung erfolgt durch einmaliges Drücken des Drehknopfes. Mit dem kleineren Drehknopf im Vertikalmenübereich kann man die Y-Position für den aktiven Kanal einstellen. Durch Drücken der MENU-Taste ruft man die erweiterten Funktionen auf. Auf der Seite 2 dieses Menüs kann man bei den HMO152x und HMO202x zusätzlich noch ein DC-Offset eingeben (siehe Abb. 4.4). Um diesen Offset einzuschalten, drückt man die dazugehörige Softmenü-Taste. Damit wird das Einstellfeld aktiv (blau unterlegt) und das Einstellzeichen neben dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld leuchtet auf. Den Offsetwert kann man nun mit diesem Drehknopf einstellen. Die Höhe des einstellbaren Offsets ist abhängig von der gewählten Verstärkereinstellung und dies wird direkt am Eingangsverstärker als reale Spannung angelegt. Das Signal wird damit um die eingestellte Spannung gegen den Nullpunkt verschoben. Dies erkennt man (auch wenn man das Menü schließt) an zwei Kanalmarkern am linken Bildschirmrand, wobei einer die Position und der Andere den Offset markiert. (siehe Abb. 4.4). Der Offset kann für jeden Kanal getrennt eingegeben werden.

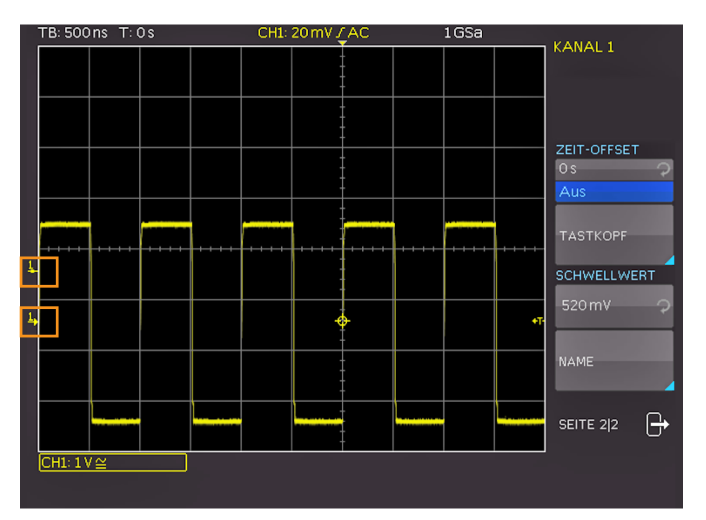


Abb. 4.4: Vertikales Offset im erweiterten Menü

Für jeden Analogkanal gibt es auch die Möglichkeit, diesen zeitlich zu verschieben (±15 ns). Diese Einstellung erfolgt im selben Menü und nach derselben Methode wie der DC-Offset und dient dem Ausgleich von Laufzeitunterschieden bei der Nutzung unterschiedlich langer Kabel oder Tastköpfe.

4.3 Bandbreitenbegrenzung und Invertierung

Im Kurz- und erweiterten Menü können Sie einen analogen 20 MHz Tiefpassfilter in den Signalpfad einfügen. Damit werden alle höherfrequenten Störungen eliminiert. Die Einschaltung im Kurzmenü erfolgt durch Druck auf die danebenliegende Softmenü-Taste BWL. Wenn der Filter aktiviert ist, wird der Menüeintrag blau unterlegt und im Kanalbezeichnungsfenster erscheint ein BW.

Eine Invertierung der Signalanzeige kann ebenfalls im Kurz- und erweiterten Menü vorgenommen werden. Die Aktivie-

rung wird im Menü durch die blaue Färbung und im Kanalbezeichnungsfenster durch einen Strich oberhalb des Kanalnamens dargestellt.

4.4 Tastkopfdämpfung und Einheitenwahl (Volt/Ampere)

Die mitgelieferten Tastköpfe HZO10 sowie die optionalen Slimline Tastköpfe HZ355 verfügen über eine eingebaute Teilerkennung, so dass das Oszilloskop sofort die richtige 10:1 Teilung erkennt und entsprechend die korrekten Werte anzeigt. Wenn man einen Tastkopf ohne solche automatische Teilerkennung einsetzt oder direkt ein Kabel an den Oszilloskopeingang anschließt, kann man im erweiterten Menü die Teilung eingeben. Dies ist in den vordefinierten Schritten x1, x10, x100, x1000 möglich, sowie mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld frei wählbar von x0.001 bis x1000.

In diesem Menü ist es auch möglich, die Einheit Ampere zu wählen, wenn man eine Stromzange angeschlossen hat. Wenn man A wählt, werden die am meisten genutzten Umrechnungsfaktoren im Menü wählbar (1 V/A, 100 mV/A, 10 mV/A, 1 mV/A). Auch hier kann natürlich ein frei wählbarer Wert mithilfe der NUTZER Einstellung gewählt werden. Selbstverständlich kann diese Einstellung auch angewendet werden, wenn man einen Strom über einem Shunt misst. In jedem Falle wird die richtige Einheit angezeigt und auch alle Messungen erfolgen in der richtigen Einheit und korrekt skaliert.

4.5 Schwellwerteinstellung

In diesem Menü ist es auch möglich einen Schwellwert einzustellen. Dieser legt fest, welcher Pegel für die Erkennung von High und Low bei Nutzung der analogen Kanäle als Quelle für die serielle Busanalyse oder den Logiktrigger gilt. Nachdem dieser Softmenüeintrag angewählt wurde, kann er mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt werden.

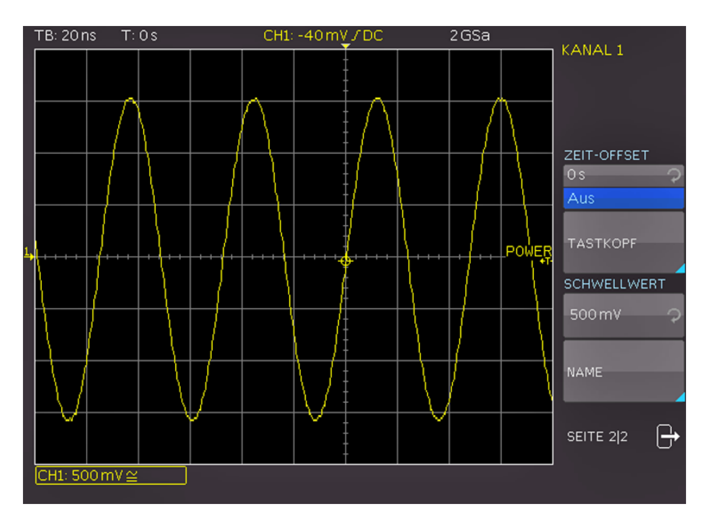


Abb. 4.5: Schwellwerteinstellung

4.6 Name für einen Kanal

Der letzte Eintrag des Vertikalmenüs öffnet ein Untermenü, in dem ein Kanalname vergeben werden kann. Dieser wird dann im Messgitter angezeigt und auch ausgedruckt (siehe Abb 4.6). Zunächst kann die Anzeige des gewählten Namens an- (An) oder ausgeschaltet (Aus) werden. Darunter befindet sich der Menüpunkt BIBLIOTHEK. Wird dieser angewählt, kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld aus einer Reihe von Vorgaben die passende Bezeichnung herausgesucht werden. Mit der Taste NAME EDITIEREN kann ein Name entweder frei vergeben oder den vorausgewählten nach Wunsch angepasst werden. Maximal sind 8 Zeichen erlaubt. Mit der Taste ANNEHMEN wird der Name im Editor bestätigt und somit im Display angezeigt. Der Name ist an das Signal gebunden und wandert mit einem evtl. eingestellten Offset entsprechend mit.

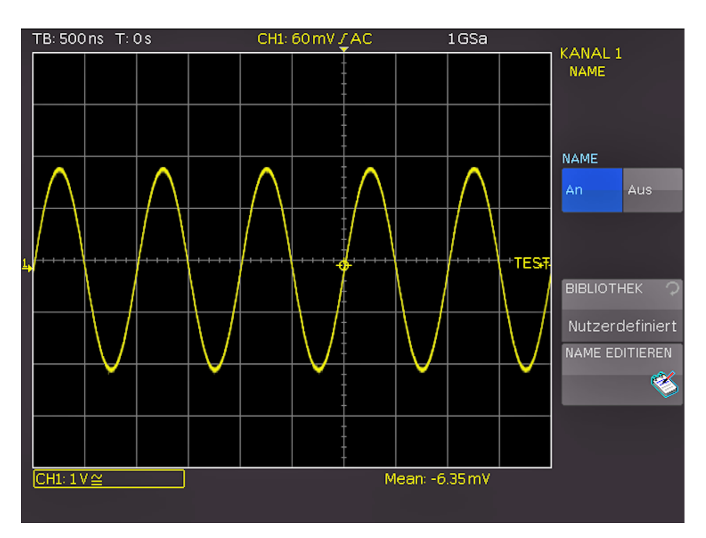


Abb. 4.6: Namensvergabe

5 Horizontalsystem (Zeitbasis)

Der Bereich des Horizontalsystems umfasst neben der Zeitbasiseinstellung für die Erfassung, der Positionierung des Triggerzeitpunktes, der Zoomfunktionen, der möglichen Erfassungsmodi und den Markerfunktionen auch die Suchfunktionen. Die Einstellung der Zeitbasis und des Triggerzeitpunktes erfolgen über die entsprechenden Drehknöpfe, die Auswahl der Erfassungsmodi über ein entsprechendes Menü. Um den Zoom einzuschalten gibt es eine separate Taste. Für die Markerfunktionen werden die Pfeiltasten ◀▶ [37] sowie die SET/CLR Taste genutzt.

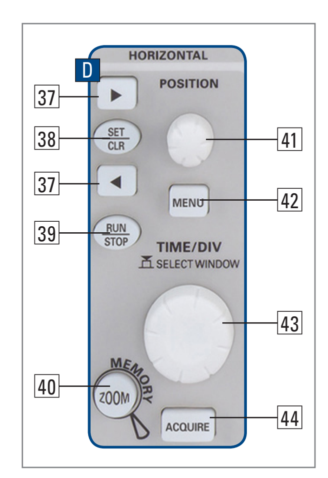


Abb. 5.1: Bedienfeld des Horizontalsystems

5.1 Erfassungsbetriebsart RUN und STOP

Die Betriebsart der Erfassung lässt sich mit der RUN/STOP Taste [39] einfach umschalten. In der Betriebsart Run werden je nach eingestellten Triggerbedingungen Signale auf dem Bildschirm angezeigt und bei jeder neuen Erfassung die Alten verworfen. Wenn ein aufgenommenes Signal auf dem Bildschirm analysiert, aber nicht überschrieben werden soll, muss die Erfassung mit der RUN/STOP-Taste angehalten werden. Im STOP-Modus wird keine neue Signalerfassung zugelassen und die Taste leuchtet rot.

5.2 Zeitbasiseinstellungen

Die Umstellung der Zeitbasis erfolgt mit dem großen Drehknopf im Horizontal-Bedienfeldbereich. Links oben im Display, oberhalb des Anzeigegitters, wird die jeweils aktuelle Zeitbasiseinstellung angezeigt (z.B. „TB: 500 ns"). Rechts daneben erfolgt die Anzeige der Triggerzeitposition – bezogen auf die Normaleinstellung. In der Normaleinstellung ist der Triggerzeitpunkt in der Mitte der Anzeige, d. h. 50% Vor- und 50% Nachlauf. Mit dem X-Position-Drehknopf [41] kann dieser Wert stufenlos eingestellt werden. Die zulässigen Maximalwerte sind zeitbasisabhängig.
Unabhängig von der gewählten Einstellung wird durch Drücken der Taste SET/CLR der Wert wieder auf den Bezugszeitpunkt zurückgesetzt, wenn die Marker- oder Suchfunktion nicht aktiviert wurde. Die Pfeiltasten ◀▶ [37] verändern die X-Position fest um 5 Skalenteile in die jeweilige Richtung. Mit der Taste MENU [42] wird ein Menü geöffnet, in dem die Funktion der Pfeiltasten ◀▶ [37] und der SET/CLR-Taste bestimmt werden kann. Wie oben beschrieben, können diese Tasten zur Einstellung der X-Position, zur Markierung von Ereignissen im Signal oder zur Navigation zwischen den maximal 8 Markierungen genutzt werden. Im Untermenü NUMER.EINGABE kann eine beliebige X-Position direkt eingeben kann. Zusätzlich können in diesem Menü auch Suchfunktionen aktiviert und eingestellt werden. Desweiteren befindet sich hier die Einstellung der ZEITREFERENZ (Position für den Bezug des Triggerzeitpunktes von –5 Skalenteile bis +5 Skalenteile, 0 ist die Mitte und Standard).

5.3 Erfassungsmodi

Die Wahl der Erfassungsmodi erfolgt durch Drücken der Taste ACQUIRE [44]. Dies öffnet ein Bildschirmmenü, welches die grundlegenden Modi bei der Einzelerfassung zur Auswahl stellt:

5.3.1 Normal

Hier erfolgt die Erfassung und Darstellung der aktuellen Signale.

5.3.2 Rollen

Diese Erfassungsart ist speziell für sehr langsame Signale, das Signal „rollt" von rechts nach links ungetriggert über den Bildschirm (setzt Signale langsamer als 200 kHz voraus). Das HMO verwendet zum Speichern der Kurvenwerte im Rollen-Modus einen Ringspeicher. Das heißt, vereinfacht gesprochen, dass das Gerät die erste Division in den ersten Speicherplatz schreibt, die zweite Division in den zweiten usw.. Sobald der Speicher voll ist, überschreibt das Gerät den ersten Speicherplatz mit den Daten des aktuellsten Messwerts. So entsteht der „Ring" bzw. der Durchlaufeffekt, ähnlich wie bei einer Laufschrift.

Die ZOOM-Funktion ist im Rollen-Modus nicht verfügbar (siehe auch Kap. 5.5 ZOOM-Funktion).

5.3.3 Hüllkurve

Hierbei werden neben der normalen Erfassung jedes Signales auch die Maximal- und Minimalwerte jeder Erfassung dargestellt. Damit entsteht über die Zeit eine Hüllkurve um das Signal.

5.3.4 Mittelwert

Wird dieser Modus gewählt, kann man mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die Anzahl der Mittelwertbildungen in Zweierpotenzen von 2 bis 1024 einstellen – (setzt sich wiederholende Signale voraus).

5.3.5 Filter

Dieser Modus ermöglicht es, durch einen Tiefpassfilter mit einstellbarer Grenzfrequenz unerwünschte hochfrequente Störungen zu unterdrücken. Die Grenzfrequenz kann in Abhängigkeit der Abtastrate eingestellt werden. Der kleinste Wert ist 1/100 der Abtastrate, der größte Wert ist 1/4 der Abtastrate. Die Einstellung kann man mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld vornehmen.
Auf die zweite Menüseite gelangt man nach dem Drücken der Softmenü-Taste Seite 1|2. Hier stehen weitere Funktionen zur Verfügung:

5.3.6 SPITZENWERT

Wird bei sehr großen Zeitbasiseinstellungen eingesetzt, um auch kurze Signaländerungen noch erkennen zu können. Diese Funktion kann auch im Menü ausgeschaltet oder in einen automatischen Zuschaltmodus gebracht werden.

Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, damit die Betriebsart SPITZENWERT aktiviert werden kann:
- Funktion HOCHAUFLÖSEND deaktiviert
- keine seriellen oder parallelen Busse aktiv

Bei der Spitzenwerterfassung unterscheidet das Oszilloskop zwischen zwei Arten: Erfassungsspitzenwerterfassung und Speicherspitzenwerterfassung.

Auch wenn nicht mit voller Abtastrate in den Erfassungsspeicher geschrieben wird, z.B. bei langsamen Zeitbasen, wandelt jeder ADC mit voller Abtastrate (kein Interlace-Betrieb). Die nicht benutzten Wandlerwerte werden bei eingeschalteter Spitzenwerterfassung zum Detektieren von minimalen und maximalen Amplituden bewertet. Dabei werden die so ermittelten Minima und Maxima mit Abtastintervall in den Erfassungsspeicher geschrieben. Im Erfassungsspeicher stehen somit Datenpärchen, die den Signalverlauf im Abtastintervall repräsentieren. Der kleinste erkennbare Impuls ist die Periodendauer der maximalen Abtastrate (kein Interlace-Betrieb). Dies beschreibt die sogenannte Erfassungsspitzenwerterkennung.

Wird mit maximaler Abtastrate des ADC's in den Erfassungsspeicher geschrieben, ist eine hardwareseitige Spitzenwerterkennung nicht möglich. Bei langsamen Zeitbasen und einer eingestellten Wiederhohlrate von Automatik oder maximaler Wiederholrate werden nicht alle im Erfassungsspeicher stehenden Daten auf dem Bildschirm angezeigt. Die übersprungenen Daten werden bei eingeschalteter Spitzenwerterkennung während des Auslesens zur Bildung eines Minimum- und eines Maximumwertes herangezogen. Der kleinste erkennbare Impuls ist die Periodendauer der Abtastrate, mit der in den Erfassungsspeicher geschrieben wurde. Dies beschreibt die sogenannte Speicherspitzenwerterkennung

Kommt eine der beiden Spitzenwerterfassungsarten oder die Kombination aus Beiden zur Anwendung, so wird dies durch „PD" vor der Erfassungsbetriebsart rechts oben im Display gekennzeichnet.

5.3.7 Hochauflösend

In diesem Modus wird mit einen Boxcar Averaging über benachbarte Erfassungspunkte (der Wandler läuft mit der maximalen Abtastrate) die vertikale Auflösung auf bis zu 10 Bit erhöht. Diese Funktion kann auch im Menü ausgeschaltet oder in einen automatischen Zuschaltmodus gebracht werden.

Durch eine Mittelwertbildung mehrerer benachbarter Abtastwerte entsteht ein Wert mit einer höheren Genauigkeit als die Eingangsdaten.Die so entstandenen Daten bezeichnet man als Daten mit hoher Auflösung. Durch das Zusammenführen mehrerer Abtastwerte zu einem neuen Wert, ist dieses Verfahren nur mit einer kleineren als der maximale Abtastrate möglich. Ist die Betriebsart HOCHAUFLÖSEND eingeschaltet und die aktuelle Geräteeinstellung ermöglicht deren Anwendung, so wird dies durch „HR" vor der Erfassungsbetriebsart rechts oben im Display gekennzeichnet.

Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, damit die Betriebsart HOCHAUFLÖSEND aktiviert werden kann:
- Abtastrate kleiner als die maximale Abtastrate (kein Interlace)
- Spitzenwerterkennung deaktiviert
- kein Logikpod aktiv
- keine seriellen oder parallelen Busse aktiv

Alle genannten Funktionen sind standardmäßig deaktiviert.

5.3.8 Wiederholrate

Dieses Softmenü stellt folgende Auswahlfunktionen zur Verfügung:

5.3.8.1 MAX. WDH.-RATE

Damit wird die Wahl der Speichertiefe und Abtastrate so getroffen, dass eine höchstmögliche Triggerwiederholrate erzielt wird.

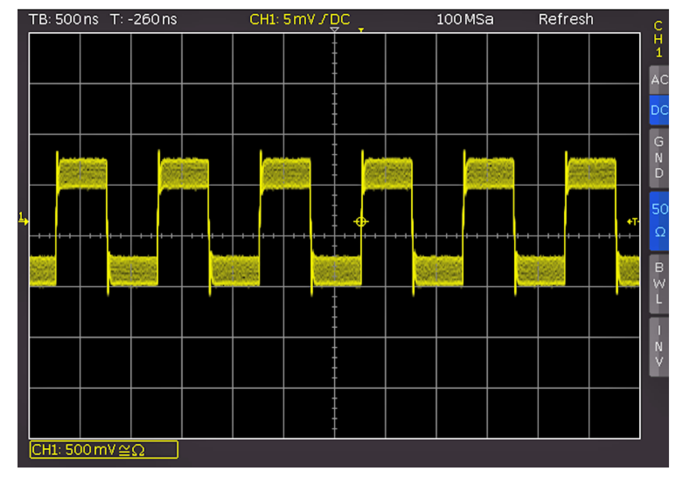


Abb. 5.2: AM moduliertes Signal mit maximaler Wiederholrate

Bei der Funktion maximaler Wiederholrate wird das Oszilloskop so eingestellt, dass eine maximale Anzahl von Erfassungen pro Sekunde im Kurvenfenster abgebildet werden kann. Die angezeigte Datenanzahl beträgt pro Bildspalte im Kurvenfenster ein erfasstes Datum. Bei aktivierter Spitzenwerterfassung wird pro Bildspalte ein Min/Max-Paar abgebildet. Beim HMO Oszilloskop ist das Kurvenfenster 600x480 Pixel groß (Yt ohne Zoom). Somit werden 600 Datenpunkte pro Erfassung angezeigt. Bei aktivierter Spitzenwerterfassung sind es 600 Min/Max-Paare und somit 1200 Daten. Die Speichertiefe ist mindestens das abgebildete Zeitfenster (Zeitbasis x Kurven-fensterrasterteile in X-Richtung) mul-tipliziert mit der aktuellen Abtastrate. Die untere Grenze wird durch die maximale Abtastrate und durch die maximale Kurven-wiederholrate des Oszilloskops

bestimmt. Die angezeigte Abtastrate entspricht der aktuellen Abtastrate dividiert durch die Anzahl der beim Auslesen aus dem Erfassungsspeicher übersprungenen Daten. Bei aktivierter Spitzenwerterfassung entspricht die angezeigte Abtastrate der aktuellen Abtastrate.

5.3.8.2 MAX. ABTASTRATE

Wenn diese Funktion gewählt ist, wird immer die maximal mögliche Abtastrate eingestellt unter Ausnutzung des maximal verfügbaren Speichers eingestellt.

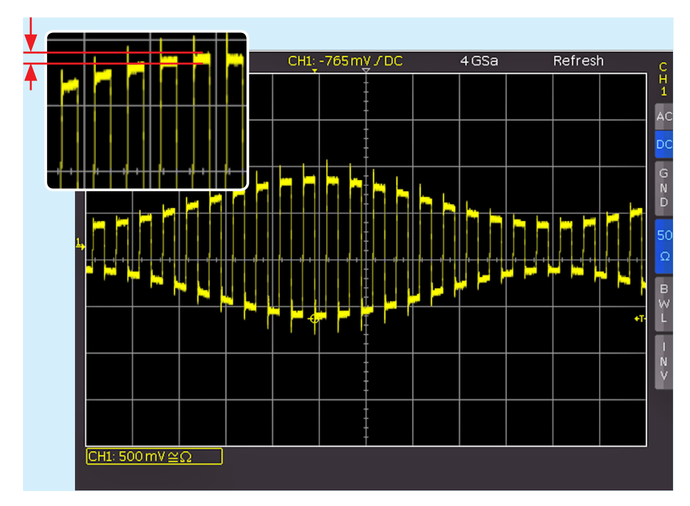


Abb. 5.3: AM moduliertes Signal mit maximaler Abtastrate

Bei der Funktion maximaler Abtastrate wird immer die maximal mögliche Abtastrate genutzt und eine maximale Datenanzahl abgebildet.Die angezeigte Datenanzahl pro Bildspalte im Kurvenfenster beträgt bis zu 40 erfasste Daten (begrenzt durch die Rechenleistung des verwendeten Prozessors). Die aktuelle angezeigte Datenanzahl ist abhängig vom abgebildeten Zeitfenster und der aktuellen Abtastrate. Es werden bei aktivierter Spitzenwerterfassung bis zu 20 Min/Max-Paare pro Bildspalte angezeigt. Die Speichertiefe entspricht immer dem maximalen Erfassungsspeicher. Die angezeigte Abtastrate entspricht der aktuellen Abtastrate. Befinden sich im abgebildeten Zeitfenster mehr als 40 x Kurvenfensterbildspalten Daten im Erfassungsspeicher oder Min/Max-Daten im Erfassungsspeicher, so wird die Spitzenwerterfassung angewandt.

Der gesamte Speicher des Oszilloskops kann nur mit aktivierter maximalen Abtastrate über die Schnittstelle ausgelesen werden (siehe auch HMO SCPI Manual).

5.3.8.3 AUTOMATIK:

Diese Funktion, welche der Standardeinstellung entspricht, stellt den besten Kompromiss aus maximaler Wiederholrate und maximaler Abtastrate (Speichertiefenwahl) dar.

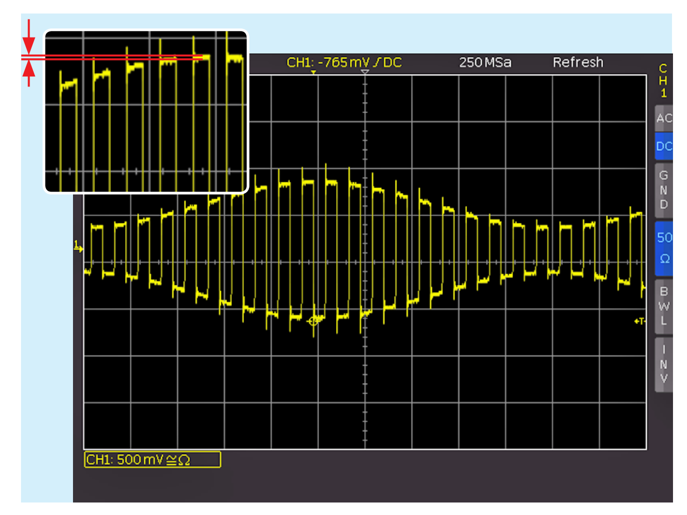


Abb. 5.4: AM moduliertes Signal mit automatischer Einstellung

Die angezeigte Datenanzahl pro Bildspalte im Kurven-fenster beträgt bis zu 10 erfasste Daten. Die aktuelle angezeigte Datenanzahl ist abhängig vom abgebildeten Zeitfenster und der aktuellen Abtastrate. Es werden bei aktivierter Spitzenwerterfassung bis zu 5 Min/Max-Paare pro Bildspalte angezeigt. Die Speichertiefe ist mindestens der doppelter Speicher wie bei der Einstellung maximale Wiederholrate (begrenzt durch den maximalen Erfassungsspeicher). Die angezeigte Abtastrate entspricht der aktuellen Abtastrate dividiert durch die Anzahl der beim Auslesen aus dem Erfassungsspeicher übersprungenen Daten. Bei aktivierter Spitzenwerterfassung entspricht die angezeigte Abtastrate der aktuellen Abtastrate.

In allen Einstellungen ist die aktuelle Abtastrate (Abtastrate, mit der in den Erfassungsspeicher geschrieben wird) immer gleich. Zusätzlich ist es auch möglich, im STOP Mo-

Einstellung	Vorteile	Nachteile	Anwendung
Maximale Wiederholrate:	▪ Viele Aufnahmen in einem Bild ▪ Seltene Ereignisse werden in Verbindung mit Nachleuchten schneller gefunden ▪ Schnelle Reaktion auf Bedienung oder Signaländerung ▪ Geringes Rauschband	▪ Hohe Aliasinggefahr ▪ Geringe Detailtreue ▪ Geringe Messgenauigkeit durch reduzierte Datenanzahl	▪ Zur Suche von seltenen Ereignissen ▪ Bei der Darstellung modulierter Signale
Maximale Abtastrate:	▪ Maximale Detailtreue ▪ Geringste Aliasinggefahr ▪ Hohe Messgenauigkeit	▪ Träge Reaktion auf Bedienung oder Signaländerung ▪ Kleine Kurvenupdaterate ▪ Rauschen mehr sichtbar	▪ Bei Signalen mit hohen Frequenzanteilen ▪ Zur Untersuchung von kleinen Signaldetails
Automatik:	▪ Mittlere Kurvenupdaterate ▪ Noch flüssige Bedienung ▪ Gute Messgenauigkeit ▪ Geringes Rauschband	▪ Aliasing möglich	▪ Standardanwendung

Tab. 5.1: Vor- und Nachteile Softmenü Wiederholrate

dus die Menüpunkte zu wechseln. Dies hat keinen Einfluss auf die aktuelle Speichertiefe, die Anzahl der angezeigten Daten wird jedoch angepasst. Die Spitzenwerterfassung ist ebenfalls im STOP-Modus wirksam (Zeitbasis im Microsekundenbereich). In Zeitbasen, in welcher jeder Abtastpunkt angezeigt wird, verhalten sich alle drei Einstellungen, bis auf die verwendete Speichertiefe und damit der Kurvenupdaterate, gleich. Die Vor- und Nachteile der einzelnen Einstellungsmöglichkeiten werden in Tabelle 5.1 gezeigt.
Abschließend bleibt zu erwähnen, dass dieses Menü die bei anderen Herstellern übliche einstellbare Speichertiefe ersetzt. Bei einer wählbaren Speichertiefe sollte der Anwender immer den Zusammenhang zwischen Speichertiefe, Zeitbasis und Abtastrate kennen und Vor- sowie Nachteile abschätzen können. Mit dieser Menümethode erfasst das Oszilloskop immer mit einer maximal möglichen Abtastrate. Ein nachträgliches Hineinzoomen im STOP Modus ist somit immer gegeben, auch bei maximaler Wiederholrate. Ein Herauszoomen ist bei maximaler Wiederholrate ebenfalls möglich, wenn der STOP Modus bei schnellen Zeitbasen ausgeführt wurde. Kann man, wie bei anderen Herstellern, nur durch eine geringe Speichertiefe eine hohe Wiederholrate erzielen, ist ein nachträgliches Zoomen im STOP Modus fast nicht möglich.

5.4 Interlace-Betrieb

Im Interlace-Betrieb werden die Wandler (ADC) und die Speicher zweier Kanäle einer Interlace-Gruppe zusammengeschaltet. Dadurch verdoppelt sich die Abtastrate und der Erfassungsspeicher. Interlace-Gruppen sind Kanal 1 und 2 sowie Kanal 3 und 4. Ist eine Interlace-Gruppe nicht interlacefähig, so wird auch die andere Gruppe nicht interlace betrieben. Ein Kanal gilt auch als aktiviert, wenn er ausgeschaltet aber jedoch Triggerquelle ist. Ist ein Kanal aktiviert, so leuchtet die entsprechende LED neben der Eingangsbuchse.
Weitere Bedingungen, um den Interlace-Betrieb zu aktivieren:

- kein Logikpod aktiv
- keine seriellen oder parallelen Busse aktiv
- Logiktrigger nicht aktiv

Ist ein Interlace-Betrieb möglich, wird dieser automatisch aktiviert. In der folgenden Tabelle sind die Kanalkonstellationen aufgezeigt, welche einen Interlace-Betrieb ermöglichen.

Interlace-Gruppe 1		**Interlace-Gruppe 2**	
CH1	**CH2**	**CH3**	**CH4**
Ein	Aus	Aus	Aus
Aus	**Ein**	Aus	Aus
Aus	Aus	**Ein**	Aus
Aus	Aus	Aus	**Ein**
Ein	Aus	**Ein**	Aus
Aus	**Ein**	**Ein**	Aus
Aus	**Ein**	Aus	**Ein**

Tab. 5.2: Kanalkonstellation im Interlace-Betrieb

5.5 ZOOM-Funktion

Die HMO72x...HMO202x Serie verfügt über eine Speichertiefe von 1 MByte pro Kanal. Damit lassen sich lange und komplexe Signale aufzeichnen, die mit der Zoom-Funktion im Detail untersucht werden können. Um diese Funktion zu aktivieren, drücken Sie die ZOOM-Taste [40]. Daraufhin wird der Bildschirm in zwei Gitter unterteilt. Das obere

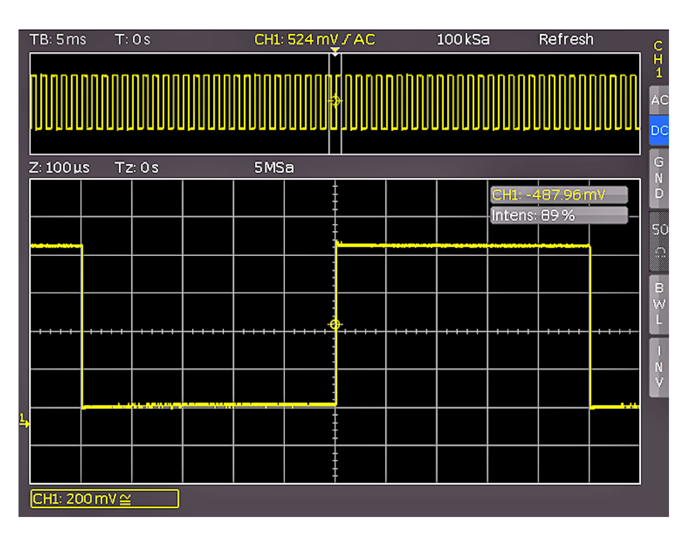


Abb. 5.5: Zoomfunktion

Fenster ist die Darstellung des gesamten Zeitbasisfensters, das untere Gitter zeigt einen entsprechend vergrößerten Ausschnitt des oberen Fensters. Der Signalausschnitt, der gezoomt wird, ist im Originalsignal (oberes Fenster) durch zwei blaue Cursors markiert. Wenn mehrere Kanäle im Zoom Modus aktiviert sind, werden alle angezeigten Kanäle gleichzeitig um den gleichen Faktor und an der gleichen Stelle „gezoomt".

In der Abb. 5.5 ist zu erkennen, dass das Zoomfenster mit 100 µs pro Skalenteil dargestellt ist. Das Signal wurde über ein Zeitfenster von 12 ms aufgenommen. Zusätzlich werden im Zoom-Bereich (unteres Gitter) die Parameter für Zoom-Zeitbasis und Zeit oberhalb des Zoom-Fensters angegeben. Z beschreibt die Zoom-Zeitbasis (Zoom-Faktor) und bestimmt die Breite des Zoom-Bereichs, der im Zoom-Fenster angezeigt wird (12 Divisionen x Skalierung pro Teilung). Tz beschreibt die Zoom-Zeit und bestimmt die Position des Zoom-Bereichs.

Die Zeitbasiseinstellung oben links in der Anzeige ist grau hinterlegt, die Zoom-Zeitbasis oberhalb des Zoom-Fensters ist weiß angegeben. Dies bedeutet, dass der große Drehknopf im Horizontalmenü den Zoom-Faktor ändert. Dieser Drehknopf verfügt auch über eine Tasterfunktion. Wird der Drehknopf gedrückt, wird die Zeitbasiseinstellung weiß dargestellt und die Zoom-Zeitbasis grau. Nun ist der Drehknopf wieder für die Einstellung der Zeitbasis verantwortlich. Damit können Zeitbasiseinstellungen verändert werden, ohne den Zoom Modus verlassen zu müssen. Ein nochmaliges Drücken des Drehknopfes hebt die Begrenzungscursors des Zoom-Bereichs weiß hervor und der Zoom-Ausschnitt kann nun mit dem Drehknopf geändert werden. Die Position des „gezoomten" Ausschnitts lässt sich nun mit Hilfe des kleinen Drehknopfes im Hori-

zontalbereich des Bedienpanels über das gesamte Signal verschieben. Wenn durch Drücken des großen Drehknopfes dieser, wie oben beschrieben, wieder die Zeitbasis und nicht den Zoom-Faktor einstellt, besitzt der kleine Drehknopf die Funktion den Triggerzeitpunkt zu verschieben und damit das Verhältnis von aufgenommener Vor- und Nachgeschichte einzustellen.

Im Erfassungsmodus ROLLEN ist es prinzipiell nicht möglich, „in den Speicher hineinzuzoomen“, da die Signalwerte der X-Achse immer mit der maximalen Speichertiefe aufgezeichnet werden. Im Erfassungsmodus NORMAL befinden sich immer mehr Samples im Speicher, als auf dem Display dargestellt werden. Daher ist es hier möglich, in den Speicher „hineinzuzoomen“. Bei den Werten der Y-Achse (Amplitude) verhält sich dies anders. Diese Werte beziehen sich auf eine festgelegte Achse und sind daher auch im Rollen-Modus „skalierbar“.

WICHTIG:
Die ZOOM-Funktion ist im Rollen-Modus nicht verfügbar.

5.6 Navigation-Funktion

Die Navigation-Funktion (Taste MENU im HORIZONTAL Bedienfeld) ermöglicht eine erleichterte Handhabung der Triggerzeit sowie deren numerische Eingabe. Mit den einzelnen Softmenü-Tasten kann die Triggerzeit z.B. auf den minimalen oder maximalen Wert gesetzt werden. Mit der Softmenü-Taste ZEITREFERENZ wird der Punkt im Kurvenfenster definiert, bei dem der Triggerpunkt „0“ ist. Die Skalierung der Signalkurve erfolgt um diesen Referenzpunkt. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld kann die gewünschte Einstellung gewählt werden.

5.7 Marker-Funktion

Mit Markern können bestimmte Positionen auf dem Bildschirm markiert werden, z.B. eine steigende oder fallende Flanke, ein unerwarteter Signalwert oder ein Suchergebnis. Anschließend können die Marker zur Identifikation bestimmter Signalbereiche genutzt werden, die im Zoom Modus näher betrachtet und die Daten analysiert werden sollen.

Die Markerfunktion wird im Softmenü aktiviert, welches sich nach Druck auf die Taste MENU im HORIZONTAL Bereich des Bedienfeldes öffnet. Dazu wählt man mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld im Auswahlmenü MARKER aus. Ist diese Betriebsart aktiviert, kann man durch Drücken der SET/CLR-Taste einen Zeitmarker an der 6. Zeiteinheit (bei ausgeschaltetem Menü in der Gittermitte) setzen. Die Zeitmarker werden durch einen grau-blauen, senkrechten Strich markiert. Mit dem X-Positionsdrehknopf kann die Kurve (inklusive dem gesetzten Marker) verschoben werden. Ist eine wichtige Signalposition identifiziert und mit dem Positionsknopf auf die Bildschirmmitte gesetzt, kann ein weiterer Marker gesetzt werden. Auf diese Art können bis zu 8 interessante Stellen im Signal markiert werden. Mit einem Druck auf die Pfeil-

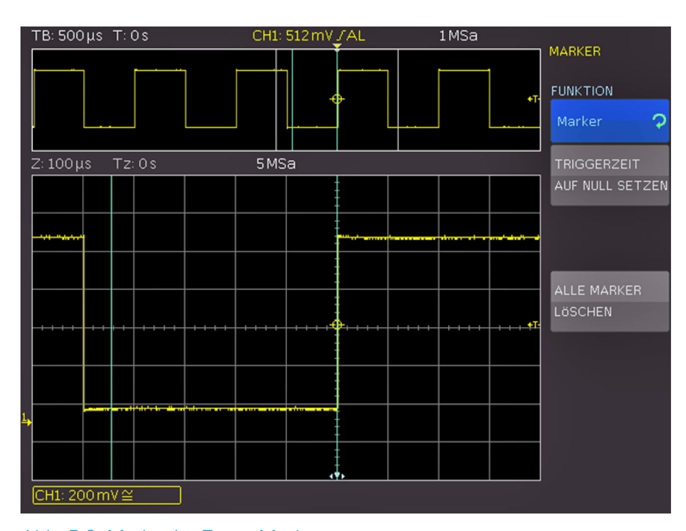


Abb. 5.6: Marker im Zoom Modus

tasten ◀ ▶ 37 kann zwischen den einzelnen Marker gewechselt und in der Mitte des Bildschirmes zentriert werden. Durch die Zentrierung der Marker über die Pfeiltasten ist zum Beispiel ein schneller Vergleich von markierten Signalbereichen im ZOOM Modus sehr schnell und einfach möglich.

Durch die Zentrierung der Marker über die Pfeiltasten ist zum Beispiel ein schneller Vergleich von markierten Signalbereichen im ZOOM Modus sehr schnell und einfach möglich.

Soll ein Marker gelöscht werden, so wird dieser in der Bildschirmmitte zentriert und durch erneutes Drücken der Taste SET/CLR entfernt. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, im Markersoftmenü alle Zeitmarker gleichzeitig zu löschen.

5.8 Such-Funktion

Die Suchfunktionen der HMO Serie ermöglicht es, alle Flanken, Impulsbreiten, Spitzen oder weitere Ereignisse im Erfassungsmodus zu finden, die den manuell eingestellten Suchkriterien entsprechen. Für jede Art der Suche stehen funktionsspezifische Einstellungen zur Verfügung. Die Suche kann auf jedem analogen Kanal oder Mathematiksignal durchgeführt werden. Der gesuchte Zeitbasisbereich kann durch die Definition eines Pegels eingeschränkt werden.

Die Suchfunktion wird im Softmenü aktiviert, welches sich nach Druck auf die Taste MENU im HORIZONTAL Bereich des Bedienfeldes öffnet. Dazu wird mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU-Bereich im Auswahlmenü SUCHE ausgewählt. Ist diese Betriebsart aktiviert, kann man Ereignisse wie z.B. eine Anstiegszeit mit bestimmten Eigenschaften, z.B. <12ns definieren, welche im STOP Modus in der jeweils aktuellen Aufnahme gesucht werden. Das gewünschte Kriterium wird nach Drücken des Menüpunkts SUCHTYP mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU-Bereich ausgewählt.

Derzeit stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

- **Flanke:** Ähnlich dem Flankentrigger; diese Funktion sucht Flanken im Signalverlauf. Der Zeitpunkt einer gefundenen Flanke entspricht dem Zeitpunkt, an dem das Signal die eingestellte Hysterese verlässt. Der Pegel wählt ein Level für die Flankenerkennung der Suchfunktion aus. Das Level der Suchfunktion entspricht z.B. dem Triggerlevel des Flankentriggers. Level und Hysterese werden im Kurvenfenster angezeigt. Die Hysterese legt den Bereich fest, den das Signal durchqueren muss, bis eine gültige Flanke erkannt wird. Dieser Bereich definiert auch die Anstiegszeit der Flanke selbst. Gewählt werden sollte eine genügend große Hysterese, um Rauschen auf der Signalflanke zu unterdrücken.
- **Pulsbreite:** Ähnlich dem Pulsbreitentrigger; eine Pulsbreitensuche findet Impulse mit einer zuvor vorgegebenen Pulsbreite. Ein Puls besteht immer aus einer steigenden und einer fallenden Flanke. Der Start- und Endzeitpunkt des Pulses ist durch das Verlassen der Hysterese definiert. Der Pegel für die Suchfunktion entspricht z.B. dem Triggerlevel des Flankentriggers. Pegel und Hysteres werden im Kurvenfenster angezeigt. Die einstellbare Vergleichsart ist ein Auswahlkriterium für die gefundene, zeitliche Ereignisbreite. Die Pulsbreite ist die zeitliche Dauer zwischen Start- und Stoppflanke des Pulses.
- **Peak:** Die Peak-Suche findet Impulse im Signalverlauf. Der Zeitpunkt des Ereignisses ist der Spitzenwert des Peaks.
- **Anstiegs-/Abfallzeit:** Diese Funktion sucht Flanken mit einer bestimmten Anstiegs-/Abfallzeit im Signalverlauf. Der Zeitpunkt einer gefundenen Flanke entspricht dem Zeitpunkt, an dem das Signal die eingestellte Hysterese verlässt. Das obere und untere Level definiert den oberen / unteren Pegel der Hysterese. Der eingestellte Pegel wird im Kurvenfenster angezeigt. Die einstellbare Vergleichsart ist ein Auswahlkriterium für die gefundene, zeitliche Ereignisbreite.
- **Runt:** Ein Runt ist ein verkümmerter Impuls innerhalb eines Signals. Dieser entsteht, wenn die Anstiegszeiten des Systems größer sind als es die gewünschte Pulsbreite verlangt. Ein positiver Runt überschreitet dabei z.B. das untere Level der Hysterese, erreicht aber das obere Level nicht. Die auswertenden digtalen Schaltkreise dieses Signals erkennen dadurch den Impuls nicht und es kommt zu Übertragungsfehlern. Die Pulsbreite des Runts ist vom Eintritts- bis zum Austrittspunkt aus der Hysterese definiert (zeitliche Dauer zwischen Start- und Stoppflanke des Pulses). Die einstellbare Vergleichsart ist ein Auswahlkriterium für die gefundene, zeitliche Ereig-nisbreite. Die Abweichung definiert einen maximalen zeitlichen Bereich, um den die eingestellte Ereignisbreite schwanken darf.

Nachdem der entsprechende Suchtyp ausgewählt wurde, kann die gewünschte QUELLE ausgewählt werden (möglich sind alle eingeschalteten analogen Kanäle inkl. Mathematikkanäle). Mit dem Menüpunkt EINSTELLUNGEN öffnet sich ein Untermenü, in dem die Einstellungen für das gewählte Suchkriterium vorgenommen werden können (z.B. größer als eine bestimmte Pulsbreite). Die einstellbaren Parameter sind dabei teilweise zeitbasisabhängig (bei einer Zeitbasis von 100 µs/Div ist die kleinste Zeit 2 µs, bei 1 µs/Div entsprechend 20 ns). Erfüllen Ereignisse das Suchkriterium, werden diese markiert. Mit dem Softmenü ZEIGE EREIGNISLISTE kann eine tabellarische Darstellungen der Suchergebnisse aufgerufen werden. Mit den Pfeiltasten oder dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU-Bereich kann im STOP-Modus (angehaltene Erfassung) zwischen den Ereignissen navigiert werden. Mit SELECT kann ein angewähltes Ereignis zentriert werden. Bei aktiviertem Zoom wird das selektierte Ereignis im Zoom-Fenster automatisch zentriert.

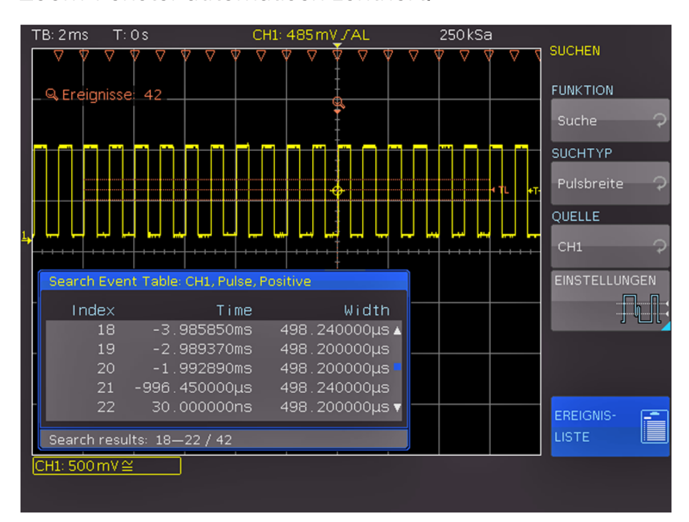


Abb. 5.7: Suchmodus mit Ereignisliste

6 Triggersystem

Das Triggersystem des HMO lässt sich durch die konsequente Anwendung des HAMEG Bedienknopfkonzeptes sehr einfach handhaben.
Es gibt vier Tasten, die jeweils eine häufig genutzte Einstellung anwählen:
- **TYPE:** Auswahl Trigger-Typ Flanke (FLANKE A/B), Impuls, Logik und Video sowie Trigger Hold Off Zeit
- **SLOPE:** Art der Flanke
- **SOURCE:** Festlegung der Triggerquelle
- **FILTER:** Festlegung der exakten Triggerbedingung.

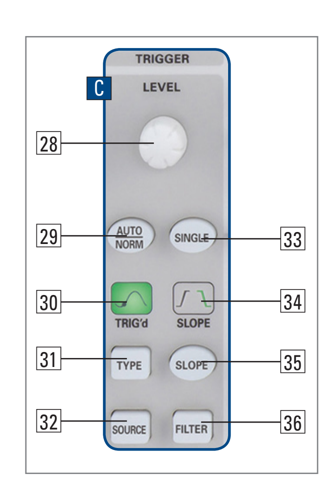


Abb. 6.1: Bedienfeld des Triggersystems

Hinzu kommen die Tasten für die Auswahl der Triggermodi (AUTO, NORMAL und SINGLE).

6.1 Triggermodi Auto, Normal und Single

Die grundlegenden Triggermodi sind mit der Taste AUTO/NORM 29 direkt umschaltbar. Wenn der Auto-Modus aktiviert ist, leuchtet die Taste nicht. Drückt man die Taste, so wird der NORMAL-Modus aktiviert und die Taste wird mit einer roten LED hinterleuchtet.

Im AUTO-Modus wird immer ein Signal auf dem Bildschirm angezeigt. Wenn ein Signal anliegt, welches die Triggerbedingung erfüllt, so synchronisiert sich das Oszilloskop auf dieses Ereignis und triggert beim Eintreten der eingestellten Bedingung. Sollte ein Signal anliegen, welches die Triggerbedingung nicht erfüllt (im einfachsten Fall wäre dies eine Gleichspannung), so generiert das Oszilloskop selbst ein Triggerereignis. Damit wird sichergestellt, dass man die Eingangssignale unabhängig von der Triggerbedingung immer im Überblick hat.

Im NORMAL-Modus wird nur dann ein Signal erfasst und dargestellt, wenn eine Triggerbedingung erfüllt wird. Wenn kein neues Signal anliegt, welches die eingestellte Triggerbedingung erfüllt, so wird das letzte getriggerte Signal angezeigt. Möchte man sicherstellen, dass man nur ein Signal, welches die Triggerbedingung erfüllt, aufnimmt und anzeigt, so muss dieser Modus durch Drücken der Single-Taste 33 aktiviert werden. Diese Taste leuchtet weiß, wenn der SINGLE-Modus aktiv ist. Damit ist das Erfassungs- und Triggersystem des HMO eingeschaltet und die RUN/STOP-Taste 39 blinkt. Tritt die Triggerbedingung ein, löst das Triggersystem aus, der Speicher wird gefüllt und das Oszilloskop geht anschließend in den STOP-Modus (erkennbar an dem dauerhaft roten Aufleuchten der RUN/STOP-Taste).

6.2 Triggerquellen

Als Triggerquellen stehen die vier analogen Kanäle sowie der externe Triggereingang (AC/DC) zur Verfügung. Ist die optionale Erweiterung mit den aktiven Logiktastköpfen HO3508 mit 8 oder 16 digitalen Eingängen angeschlossen, so lassen sich auch diese bis zu 16 digitalen Eingänge als Triggerquelle einsetzen. Mit der Softmenü-Taste NETZ lässt man den Trigger auf Netzfrequenz triggern. Das Triggersignal wird hierbei intern aus dem Netzteil gewonnen.

6.3 Flankentrigger

Der einfachste und mit Abstand am häufigsten eingesetzte Trigger ist der Flankentrigger. Das Oszilloskop triggert, wenn innerhalb des im SOURCE Menü gewählten Signals, die mit der SLOPE Taste eingestellte(n) Flanke(n) auftreten. Die Signalflanke muss dabei den eingestellten Triggerpegel durchlaufen.

Diese Triggerart wird auch vom Autosetup (Taste AUTOSET) gewählt. Wird zum Beispiel der Impulstrigger ak-tiviert und auf die AUTO SET-Taste gedrückt, so wird die Einstellung auf Flankentrigger gesetzt. Der Triggertyp kann mit der Taste TYPE 31 im Triggerbedienfeld eingestellt werden. Es öffnet sich ein Menü mit den Auswahlmöglichkeiten. Falls der Typ FLANKE nicht aktiv (blau hinterlegt) ist, kann durch Drücken der dazugehörigen Softmenü-Taste dieser Typ gewählt werden. Die Art der Flanke (steigende, fallende oder beide) kann direkt mit der Taste SLOPE 35 eingestellt werden. Diese schaltet jeweils eine Einstellung weiter, d. h. von steigender auf fallende Flanke, auf beide Flanken und ein weiterer Tastendruck bewirkt wieder die Triggerung auf die steigende Flanke. In der Mitte der Sta-tuszeile oben im Display und der Anzeige oberhalb der SLOPE-Taste 35 erkennt man, welche Flankenart gewählt wurde.

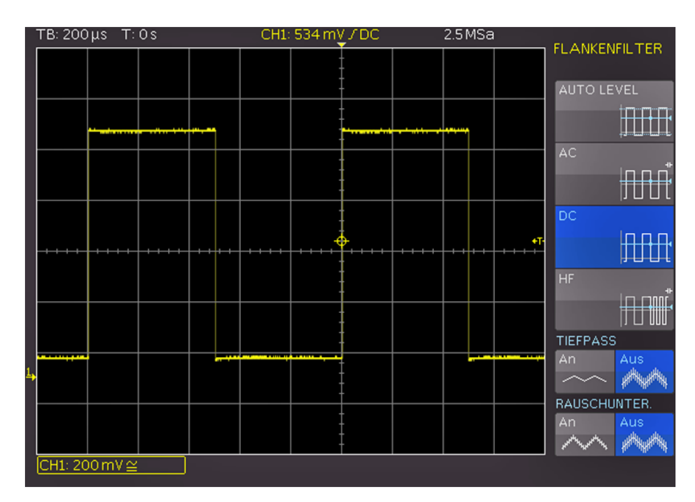


Abb. 6.2: Kopplungsarten bei Flankentrigger

Mit der Taste FILTER 36 kann für die Triggerschaltung festgelegt werden, wie das Signal eingekoppelt wird:
- **AUTO LEVEL:** Automatische Filtereinstellungen (Standardeinstellung).
- **AC:** Das Triggersignal wird über einen Hochpassfilter mit einer unteren Grenzfrequenz von 5 Hz angekoppelt, welches den Gleichspannungsanteil des triggernden Signals unterdrückt. Der Triggerpegel bleibt bei einem

sich veränderten Gleichspannungsanteil auf dem eingestellten Punkt innerhalb des Wechselstromsignals. Bei der Triggerart AUTO (AUTO/NORM Taste) ist zudem ein Peak-Peak-Modus aktiv, welcher den Trigger innerhalb des Wechselstromsignals begrenzt. Dadurch ist bei dieser Einstellung für ein beliebig angelegtes Signal die Triggerbedingung erfüllt, ohne dass der Pegel eingestellt werden muss. Bei der Triggerart NORM (AUTO/NORM Taste) ist der Peak-Peak-Modus deaktiviert und der Triggerpegel kann über die Spitzenwerte des Signals hinaus verschoben werden.

- **DC:** Das Triggersignal wird mit allen Signalanteilen (Gleich- und Wechselspannung) an die Triggerschaltung gekoppelt. Hierbei wird das triggernde Signal nicht beeinflusst.
- **HF:** Das Triggersignal wird mit einem Hochpassfilter mit einer unteren Grenzfrequenz (-3dB) von 30kHz angekoppelt und ebenfalls bei Normaltriggerung der Pegel automatisch begrenzt. Diese Kopplungsart sollte nur bei sehr hochfrequenten Signalen angewendet werden.
- **TIEFPASS:** Das Triggersignal wird über einen Tiefpass mit einer oberen Grenzfrequenz von 5kHz eingekoppelt. Dieses Filter entfernt höhere Frequenzen und ist mit AC-und DC-Kopplung verfügbar.
- **RAUSCHUNTER.:** Der Triggerverstärker wird mit einem Tiefpassfilter mit einer oberen Grenzfrequenz von 100MHz in seinem Rauschverhalten verbessert. Dieses Filter entfernt höhere Frequenzen und ist mit AC-und DC-Kopplung verfügbar.

Die Kopplungsarten Tiefpass- und Rauschunterdrückung können nicht zusammen aktiviert werden

Der Flankentrigger lässt sich zusätzlich mit der Softmenü-Taste FLANKE A/B mit einem B-Trigger verknüpfen. Hiermit wird es möglich den Trigger so einzustellen, dass auf dem Triggersignal erst eine „A-“ und anschließend eine „B-Bedingung“ auf dem gewählten Kanal erfüllt sein muss, damit der Trigger auslöst. Beide Trigger nutzen das gleiche Signal.

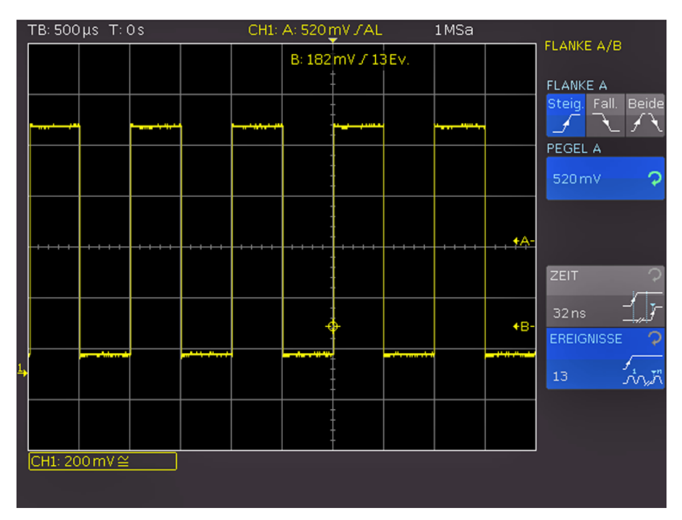


Abb. 6.3: B-Trigger Typ

Man kann zum Beispiel auf einer Quelle (Kanal) eine steigende Flanke bei einem Pegel von 120mV festlegen und als zweites Ereignis eine fallende Flanke mit einem Pegel von 80mV. Zusätzlich kann man noch festlegen, ob das B-Ereignis erst eine bestimmte Zeit (minimal 8ns, maximal 134,217ms) oder eine bestimmte Anzahl (minimal 1, maximal 16777216) nach dem A-Ereignis beachtet werden soll. Die Eingabe des Pegels, der Zeit oder der Ereignisse lassen sich nach Drücken der jeweiligen Softmenü-Taste über den Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder numerisch mittels KEYPAD Taste eingeben.

6.4 Impulstrigger

Der Impulstrigger ermöglicht das Triggern auf bestimmte Pulsbreiten von positiven oder negativen Pulsen, bzw. auf Pulsbreitenbereiche. Das Oszilloskop triggert, wenn innerhalb des im SOURCE Menü gewählten Signals ein Impuls mit den im FILTER Menü gewählten Eigenschaften

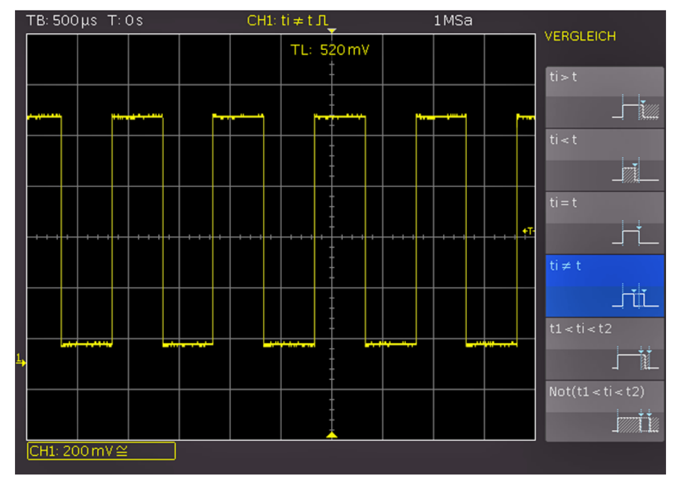


Abb. 6.4: Impulstriggereinstellmenü

auftritt. Erfüllt ein Impuls die Triggerbedingungen, triggert das Oszilloskop auf dessen Rückflanke, d.h. bei einem positiven Impuls auf die fallende Flanke und bei einem negativen Impuls auf eine steigende Flanke.
Der Impulstrigger wird durch das Drücken der TYPE-Taste [31] im Triggerbedienfeld aktiviert. Anschließend können weitere Einstellungen für den Impulstrigger im Softmenü nach Drücken der FILTER-Taste [36] vorgenommen werden.

Es gibt grundsätzlich sechs Arten der Einstellungen:

- **$t_i > t$:** Die Impulsdauer t_i, die den Trigger auslöst, ist größer als eine einstellbare Vergleichszeit t.
- **$t_i < t$:** Die Impulsdauer t_i, die den Trigger auslöst, ist kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t.
- **$t_i = t$**: Die Impulsdauer t_i, die den Trigger auslöst, ist gleich einer einstellbaren Vergleichszeit t. Die Vergleichszeit setzt sich zusammen aus der Zeit t plus eine einstellbare Abweichung.
- **$t_i \neq t$:** Die Impulsdauer t_i, die den Trigger auslöst, ist ungleich einer einstellbaren Vergleichszeit t. Die Vergleichszeit setzt sich zusammen aus der Zeit t plus eine einstellbare Abweichung.
- **$t_1<t_i<t_2$:** Die Impulsdauer t_i, die den Trigger auslöst, ist kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t_2 und größer als eine einstellbare Vergleichszeit t_1.
- **not($t_1<t_i<t_2$):** Die Impulsdauer, die den Trigger auslöst, ist größer als eine einstellbare Vergleichszeit t_2 und kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t_1.

Die jeweilige Vergleichszeiten lassen sich im Bereich von 8 ns bis 134,217 ms einstellen, wobei bis 1 ms die Auflösung 8 ns und danach 1 µs beträgt. Die einstellbare Abweichung lässt sich im Bereich 4ns bis 262,144 µs mit einer Auflösung von 4 ns einstellen.

Zuerst wird die gewünschte Funktion ausgewählt und anschließend die gewünschte Vergleichszeit eingestellt. Wenn „$t_i \neq t$“ oder „$t_i = t$“ ausgewählt ist, kann eine Vergleichszeit durch Drücken der Softmenü-Taste ZEIT und des Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld einstellen. Die Auswahl des Softmenü-Taste ABWEICHUNG ermöglicht wiederum mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die Einstellung eines erlaubten Toleranzbereiches. Bei der Wahl von „$t_1<t_i<t_2$“ oder „not($t_1<t_i<t_2$)“ können beide Vergleichszeiten mit den beiden Menüpunkten ZEIT 1 und ZEIT 2 eingestellt werden. Wenn „$t_i < t$“ oder „$t_i > t$“ ausgewählt ist, kann jeweils nur eine Grenze festgelegt werden. Alle diese Einstellungen können durch Wahl des entsprechenden Softmenüpunktes auf positiv oder negativ polarisierte Pulse angewendet werden. Bei einem positiv polarisierten Puls wird in diesem Zusammenhang die Breite von der steigenden zur fallenden Flanke bestimmt, bei einem negativ polarisierten entsprechend von der fallenden zur steigenden Flanke. Prinzip-bedingt wird immer auf der zweiten Flanke des Pulses getriggert.

6.5 Logiktrigger

Sie können alle Einstellungen im Logiktrigger auch ohne angeschlossenen aktiven Logiktastkopf HO3508 probieren, haben jedoch nur mit der angeschlossenen HO3508 die beschriebene Funktion, wenn Sie die POD1 Eingänge bei der Definition nutzen.

Die Auswahl des Triggers LOGIK im Softmenü nach Drücken der TYPE-Taste [31] bewirkt die Umschaltung der Triggerquelle auf die digitalen Eingänge. Wenn nach Auswahl dieses Triggertyps die SOURCE-Taste [32] gedrückt wird, erscheint ein Softmenü für weitere Einstellungen sowie ein Fenster für deren übersichtliche Darstellung (s. Abb. 6.5).

Mit der obersten Softmenü-Taste kann ein Logikkanal ausgewählt werden, für den der Triggerzustand festgelegt werden soll. Dies erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld. Im Übersichtsmenü wird die gewählte digitale Leitung blau hinterlegt und im Feld der Triggerzustand High (H), Low (L) oder unbedeutend (X) markiert. Die Auswahl des Zustandes erfolgt mit der entsprechenden Softmenü-Taste. Wie bisher wird der gewählte Zustand auch im Softmenü blau unterlegt. Eine weitere Softmenü-Taste wählt die logische Verknüpfung der digitalen Kanäle. Zur Auswahl stehen logisch UND bzw. ODER. Werden die Logikkanäle UND verknüpft, müssen die eingestellten Zustände aller Kanäle gleichzeitig im Eingangssignal auftreten, damit die Verknüpfung ein logisches High (H) als Ergebnis liefert. Bei der ODER Verknüpfung muss mindestens eine der definierten Pegelvorgaben erfüllt werden. Letzter Punkt in diesem Menü ist die Funktion TRIGGER AUF, die sich mit der Softmenü-Taste auf WAHR oder UNWAHR einstellen lässt. Damit lässt sich vorwählen, ob am Beginn der Zustandsverknüpfung (WAHR) oder am Ende der Zustandsverknüpfung (UNWAHR) der Trigger gesetzt wird.

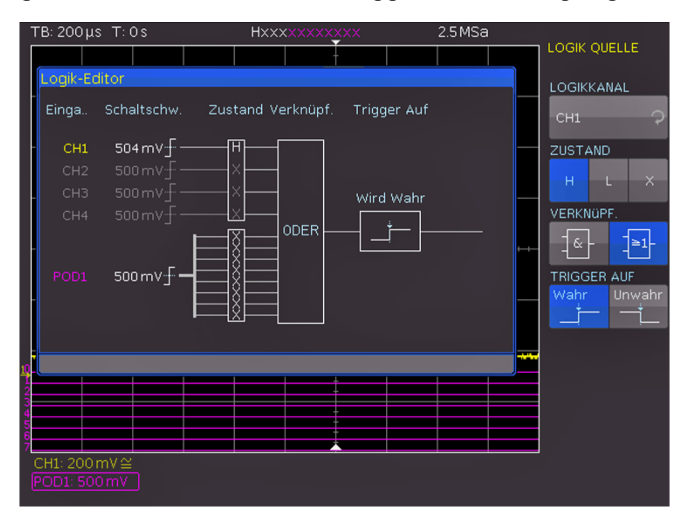


Abb. 6.5: Menü zur Logiktriggereinstellung

Wenn das gewünschte Muster eingestellt wurde, können mit der FILTER-Taste [36] weitere Einstellungen vorgenommen werden. In dem sich öffnenden Softmenü kann die TRIGGER AUF Funktion zeitlich beschränkt werden (in diesem Menü erscheint diejenige Bedingung, die im SOURCE Menü eingestellt wurde). Ein Druck auf die oberste Softmenütaste schaltet die Dauer hinzu. Diese Funktion vergleicht die Zeitdauer t des Ausgangs-impulses der Verknüpfung der logischen Zustände mit einer eingestellten Zeitdauer ti . Bei gleicher oder ungleicher Zeitdauer ist das Einstellen einer Abweichung Δt möglich. Liegt t innerhalb dieser Grenzen, ist die Triggerbedingung erfüllt.
In dem darunterliegenden Menüfeld kann das Vergleichskriterium gewählt werden. Folgende sechs Kriterien stehen zur Auswahl:

- **$t_i \neq t$:** Die Dauer des anliegenden Bitmusters, die den Trigger auslöst, ist ungleich einer einstellbaren Vergleichszeit.
- **$t_i = t$:** Die Dauer des anliegenden Bitmusters, die den Trigger auslöst, ist gleich einer einstellbaren Vergleichszeit.
- **$t_i < t$:** Die Dauer des anliegenden Bitmusters, die den Trigger auslöst, ist kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit.
- **$t_i > t$:** Die Dauer des anliegenden Bitmusters, die den Trigger auslöst, ist größer als eine einstellbare Vergleichszeit.
- **$t_1<t_i<t_2$:** Die Impulsdauer t_i, die den Trigger auslöst, ist kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t_2 und größer als eine einstellbare Vergleichszeit t_1.
- **not($t_1<t_i<t_2$):** Die Impulsdauer, die den Trigger auslöst, ist größer als eine einstellbare Vergleichszeit t_2 und kleiner als eine einstellbare Vergleichszeit t_1.

Wie beim Impulstrigger kann bei $t_i \neq t$ oder $t_i = t$ eine Vergleichszeit (Referenzzeit) durch Drücken der Softmenü-Taste ZEIT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder numerisch mit der KEYPAD Taste eingestellt werden. Die Anwahl des Softmenüpunktes ABWEICHUNG

ermöglicht wiederum mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld bzw. mit der KEYPAD Taste die Einstellung einer Abweichung Δt, welche die Toleranz zwischen eingestellter Referenzzeit t und gültiger realer Impulsdauer t_i definiert (erlaubter Toleranzbereich). Bei der Wahl von „$t_1<t_i<t_2$“ oder „not($t_1<t_i<t_2$)“ können die beiden Vergleichszeiten (Grenzen des Zeitintervalls) mit den Softmenüpunkten ZEIT 1 und ZEIT 2 eingestellt werden. Bei $t_i<t$ oder $t_i>t$ kann jeweils nur eine Grenze festgelegt werden.

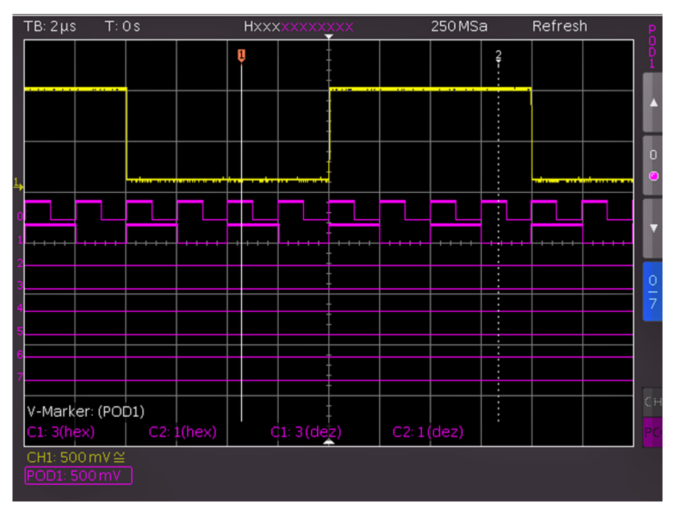


Abb. 6.6: Einstellungen der Logikkanalanzeige

Sollen die Schwellwerte für die Erkennung der logischen Eins- und Null-Zustände geändert werden, so sind Einstellungen im Kanalmenü (MENU Taste im VERTICAL Bedienfeld) notwendig. Dazu wird der POD ausgewählt (POD Taste bzw. CH3/POD 24). Ist bereits der Logikbetrieb eingeschaltet, sehen Sie die digitalen Kanäle, wobei im Kanalanzeigebereich des Displays „POD:xxxV“ umrahmt ist. Wird nun die MENU-Taste 21 im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes gedrückt, kann eine von fünf voreingestellten Logikpegeleinstellungen aktiviert werden. Von diesen sind drei fest mit den Pegeln für TTL, CMOS und ECL vorgegeben. Zwei benutzerdefinierte Logikpegeleinstellungen können entsprechend nach Anwahl des Menüpunktes mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder numerisch mit der KEYPAD Taste im Bereich von –2 V bis 8 V eingestellt werden. Die Softmenü-Taste POS. & GRÖßE ZURÜCKSETZEN schaltet die Anzeige alle digitalen Kanäle der ausgewählten Gruppe unter Benutzung von Standardwerten für deren vertikale Position und Größe ein. Zusätzlich gibt es die Mäglichkeit mit dem Softmenü NAME eine Bezeichnung für die aktuell fokusierte Kurve zu definieren. Eine Bibliothek stellt eine Liste von vordefinierten Namen bereit. Der Name kann an-/ausgeschaltet bzw. editiert werden.

6.6 Videotrigger

Der Videotrigger ermöglicht das Triggern auf PAL, NTSC SECAM Standard Videosignale sowie auf HDTV Signale. Die Betriebsart Videotrigger wird im Menü nach dem Drücken der TYPE-Taste 31 des Triggerbedienfeldes angewählt. Die Wahl der Quelle erfolgt wiederum nach Drücken der Taste SOURCE 32 . Mit dem Menü FILTER 36 können alle weiteren Einstellungen vorgenommen werden. Das Oszilloskop triggert, wenn das im SOURCE Menü gewählte FBAS-Signal (Farb-Bild-Austast-Synchron-Signal) die im FILTER Menü eingestellten Eigenschaften aufweist.

Zunächst wird der gewünschte Standard durch Drücken der zugeordneten Softmenü-Taste STANDARD ausgewählt. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder durch wiederholtes Drücken der Softmenü-Taste wirde der gewünschte Standard ausgewählt. Die zweite Einstellung ist die Polarität des Synchronimpulses, die positiv oder negativ sein kann. Bei positiver Videomodulation (der größte Helligkeitswert im Bild wird durch die maximale Signalspannung repräsentiert) sind die Synchronimpulse negativ, bei negativer Modulation positiv. Die Flanken der Synchronimpulse werden zur Triggerung genutzt, weshalb eine falsche Einstellung der Polarität zu einer unregelmäßigen Auslösung des Triggers durch die Bildinformationen führt. Anschließend kann zwischen Bild- (BILD) und Zeilentriggerung (ZEILE) gewählt werden. Bei Wahl der ZEILE kann die exakt gewünschte Zeile von der 8ten bis zur 623ten mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld oder numerisch mit der KEYPAD Taste eingestellt werden.
Der Softmenüpunkt ALLE ZEILEN ermöglicht, dass das Oszilloskop auf den Beginn der Zeilen im Videosignal triggert. Diese Taste wählt alle Zeilen aus, d.h. auch wenn die anderen Triggerbedingungen erfüllt sind, triggert das Oszilloskop auf jede Zeile. Wird die Bildtriggerung mit BILD ausgewählt, kann in den unteren Menüpunkten zusätzlich auf die UNGERADEN oder nur die GERADEN Halbbilder getriggert werden. Das Oszilloskop triggert hierbei auf den Beginn der Halbbilder im Videosignal. Die jeweilige Taste wählt die ungerade (geraden) Halbbilder aus, d.h. auch wenn die anderen Triggerbedingungen erfüllt sind, triggert das Oszilloskop auf jedes ungerade (gerade) Halbbild.
Es sind folgende Modi auswählbar:

- PAL
- NTSC
- SECAM
- PAL-M
- SDTV 576i Interlaced
- HDTV 720p Progressive
- HDTV 1080p Progressive
- HDTV 1080i Interlaced

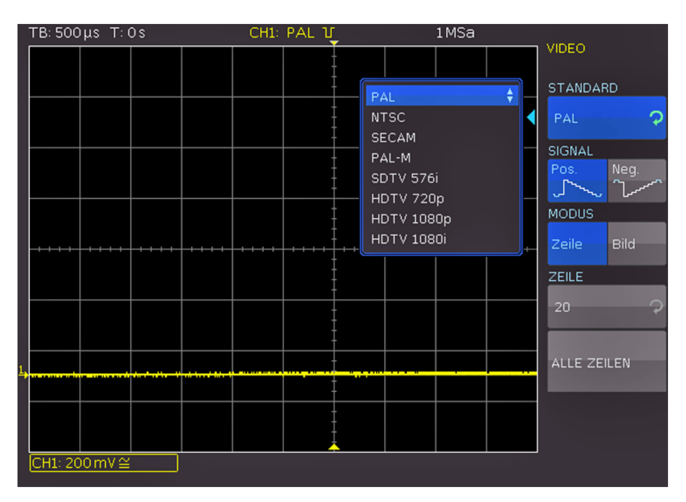


Abb. 6.7: Videotriggermenü

7 Anzeige von Signalen

Im folgenden Kapitel werden die Auswahl und Anzeige von Signalen verschiedener Quellen, sowie die möglichen Anzeigemodi erläutert.

7.1 Anzeigeeinstellungen

Die HMO Serie verfügt über ein hochwertiges, mit LED Hintergrundbeleuchtung ausgestattetes, TFT Display mit VGA (640x480Pixel) Auflösung. Grundlegende Einstellungen des Displays können mit der Taste DISPLAY [14] im GENERAL Bedienfeldabschnitt eingestellt werden. Wenn der Softmenüpunkt VIRTUAL SCREEN aktiviert wird, erscheint rechts neben dem Anzeigegitter im Display ein Rollbalken, mit dem der Anzeigebereich innerhalb der 20 Skalenteile des virtuellen Bildschirmbereichs mit Hilfe des Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld hoch- und heruntergefahren werden kann. Nähere Erläuterungen zur Funktion VIRTUAL SCREEN folgen im nächsten Kapitel.

Folgende weitere Einstellungen können vorgenommen werden:

- **NUR PUNKTE:**
  Wenn diese Funktion aktiv ist (AN), werden nur die Erfassungspunkte angezeigt. Die Datenpunkte aller Kurven werden somit nicht mit senkrechten Linien verbunden. Ist diese Funktion deaktiviert (AUS), wird auch auch die Interpolation der Datenpunkte angezeigt.
- **INVERSE HELL.:**
  Diese Einstellung invertiert den Helligkeitsverlauf der dargestellten Signale. Im Normalfall werden häufig getroffene Punkte heller dargestellt als seltene. Die Funktion INVERSE HELL. kehrt den Sachverhalt um. Seltene Ereignisse weisen gegenüber häufig auftretenden eine höhere Helligkeit auf. Um seltene Ereignisse innerhalb eines Signales aufzuspüren, kann diese Einstellung in Verbindung mit Nachleuchten genutzt werden.
- **FALSCHFARBEN:**
  Diese Einstellung wandelt die Helligkeitsstufen der dargestellten Signale in eine Farbskala um (von Blau über Magenta, Rot und Gelb bis Weiß). Der sich daraus ergebende höhere Kontrast ermöglicht eine verbesserte Wahrnehmung der im Signal enthaltenden Details. Diese Einstellung wirkt auf alle Kurven gleichzeitig.
- **GITTER:**
  In diesem Softmeü kann die Anzeige des Gitters als LINIEN (Unterteilung des Gitters mit horizontalen und vertikalen Linien, die die Skalenteile darstellen), FADENKREUZ (Anzeige von einer horizontalen und einer vertikalen Nulllinie, die die Skalenteile als Punkte darstellt) oder AUS (die gesamte Gitterfläche enthält keine Punkte oder Linien) gewählt werden.
- **INFOFENSTER:**
  Wählt man diesen Softmenüpunkt, öffnet sich ein Untermenü, in welchem die Transparenz der Informationsfenster eingestellt werden kann. Informationsfenster sind kleine Fenster, die je nach Anwendung auf dem Bildschirm erscheinen (z.B. Einblendung der Werte bei Änderung des Offsets). Die Einstellung von 0% bis 100% erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld [4]. Weiterhin ist das Informationsfenster der POSITION und KURVENHELL bei Änderung durch die Anwahl der weiteren Menüpunkte ein- und ausschaltbar. Ist die Funktion POSITION aktiviert, so wird bei einer Änderung der Y-Position der entsprechende Wert, auf dem sich die Nulllinie befindet, angezeigt. Dem Nutzer wird je nach eingestellter Triggerart eine Information über den Zustand der Erfassung angezeigt. Die Anzeige erfolgt nur, wenn die Signalveränderungen auf dem Bildschirm längere Zeit andauern können. Ist die Triggerbedingung erfüllt, wird ein Informationsfenster mit einer Fortschrittsanzeige des Post- und Pre-Triggers angezeigt. Ist die Triggerbedingung nicht erfüllt, wird im Informationsfenster die Zeit seit dem letzten Triggerereignis angezeigt (Trig?). Bei der Triggerart AUTOMATIK wird nach einem längerem ungetriggerten Zustand in die ungetriggerte Erfassung umgeschaltet. In dieser Erfassungsart wird kein Informationsfenster angezeigt, weil die momentan erfassten Daten dargestellt werden.
- **HILFSCURSORS:**
  Dieses Softmenü bietet Einstellungsmöglichkeiten für Hilfscursors. Durch Betätigen der Funktionstasten ist ein Ein- und Ausschalten der Cursors möglich. Der Menüpunkt STANDARDEINST. stellt die Standardeinstellungen wieder her.

7.2 Nutzung des virtuellen Bildschirms

Das Anzeigegitter der HMO Serie umfasst im vertikalen Bereich 8 Skalenteile, verfügt aber über einen virtuellen Anzeigebereich von 20 Skalenteilen. Diese 20 Skalenteile können von den optionalen digitalen Kanälen D0 bis D15,

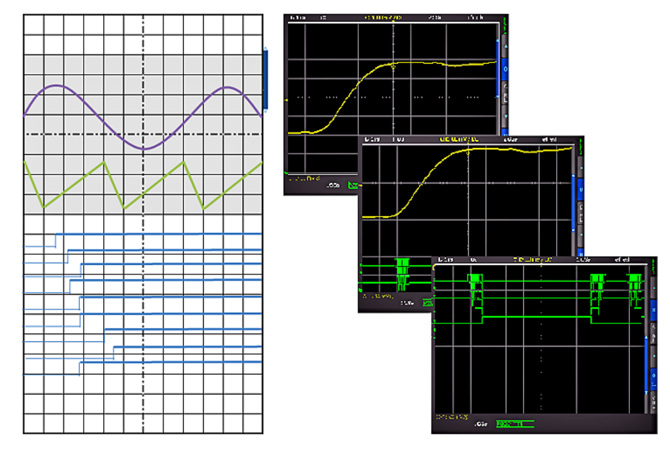


Abb. 7.1: Schema und Beispiel der Virtual Screen Funktion

den Mathematikkanälen und den Referenzkurven komplett genutzt werden. Die analogen Kanäle können bis zu ±5 Skalenteile um die vertikale Nulllinie nutzen.
In der Abbildung 7.1 ist die Funktionsweise des Virtual Screen's dargestellt. Der auf dem Display sichtbare Be-

reich von 8 vertikalen Skalenteilen ist hier grau gefärbt. In diesem Bereich können die analogen Signale angezeigt werden. Neben dem Gitter ist ein kleiner Balken, der die Position der sichtbaren 8 Skalenteile innerhalb der möglichen 20 Skalenteile angibt. Wird die Taste SCROLL BAR [5] betätigt, so wird dieser Balken blau (aktiv) und die sichtbaren 8 Skalenteile (den grauen Bereich) können mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld über die möglichen 20 Skalenteile verschoben werden. Dies ermöglicht eine einfache und übersichtliche Darstellung von vielen Einzelsignalzügen.

7.3 Signalintensitätsanzeige und Nachleuchtfunktion

Die Intensität der Signalzüge in der Anzeige lässt sich in der Standardeinstellung (die Taste INTENS/PERSIST [7] leuchtet weiß) mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld im Bereich von 0% bis 100% variieren. Für die Darstellung von sich verändernden Signalen wird die nachleuchtende Darstellung eingesetzt, welche das Übereinanderschreiben vieler Kurven auf dem Display er-

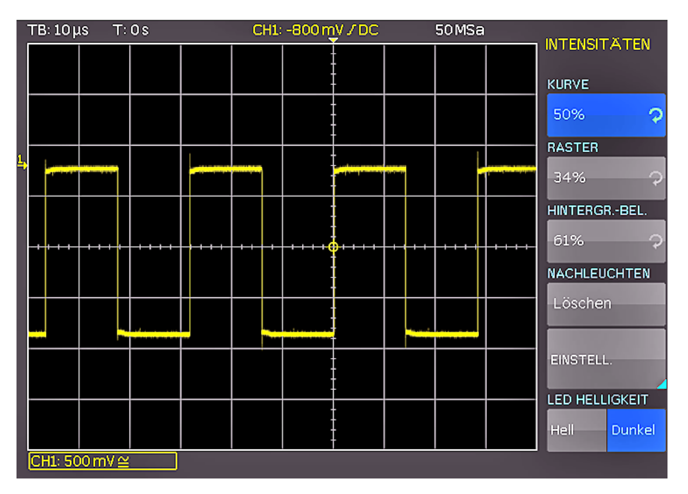


Abb. 7.2: Menü zur Einstellung der Anzeigeintensitäten

möglicht. Zusätzlich kann eine künstliche Alterung der Signale herbeigeführt werden, da die Nachleuchtdauer von 50ms bis unendlich einstellbar ist. Die selten auftretenden Signale werden damit dunkler dargestellt und die häufigen heller. Dieser Modus kann nach Druck auf die Taste INTENS/PERSIST im Softmenü eingestellt werden.

Die Softmenüpunkte RASTER und HINTERGR.-BEL. ermöglichen mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die Helligkeitseinstellung des Rasters und der Hintergrundbeleuchtung.

Das Softmenü EINSTELLUNGEN ermöglicht die Einstellung des Nachleuchtens der Kurven auf dem Bildschirm. Nachleuchten bewirkt, dass Signale bei der Aktualisierung des Bildschirms nicht ersetzt, sondern für eine gewisse Dauer auf dem Bildschirm verweilen und langsam verblassen. Diese Darstellungsform kommt der eines Analogoszilloskop sehr nahe.

Es stehen für die Nachleuchtdauer die Einstellungen Aus, Automatisch und MANUELL zur Verfügung. Unter MANU-

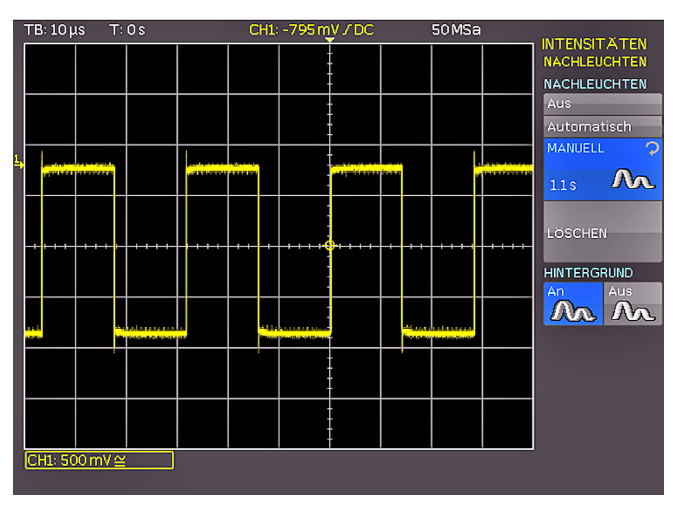


Abb. 7.3: Nachleuchtfunktion

ELL kann eine Nachleuchtdauer von 50ms bis unendlich mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt werden. Wenn eine endliche Zeit gewählt wurde, so werden innerhalb dieser Zeit neue Signale auf dem Display übereinandergeschrieben, wobei die jüngeren Aufnahmen heller dargestellt werden als die älteren. Wenn z.B. 300ms eingestellt wird, so werden die Aufnahmen in 50ms Schritten dunkler dargestellt und 300ms gelöscht. Mit der automatischen Einstellung wird die automatische Konfiguration des Nachleuchtens gewählt. Das Gerät versucht in dieser Einstellung die optimale Zeit selbst zu wählen. Mit Aus wird das Nachleuchten deaktiviert. Zusätzlich ist eine HINTERGRUND-Funktion verfügbar. Diese Taste aktiviert oder deaktiviert einen Modus, bei dem ältere Kurven nach der eingestellten Nachleuchtzeit nicht gänzlich verschwinden, sondern im Hintergrund mit geringer Helligkeit weiterhin angezeigt werden. Diese Anzeige ermöglicht zum Beispiel die Analyse der Extremwerte mehrerer Signale.

7.4 XY-Darstellung

Die HMO Serie verfügt über eine Taste zum direkten Umschalten in die XY-Darstellung. Hierbei werden zwei Signale im Koordinatensystem gegeneinander aufgetragen. Praktisch bedeutet dies, dass die Zeitablenkung X durch Amplitudenwerte einer zweiten Quelle ersetzt wird. Die daraus folgenden Kurven werden bei harmonischen Signalen Lissajous-Figuren genannt und gestatten die Analyse der Frequenz- und Phasenlage dieser beiden Signale zueinander. Bei nahezu gleicher Frequenz dreht sich die Figur. Bei genau gleicher Frequenz bleibt die Figur stehen und die Phasenlage lässt sich nach ihrer Form ablesen. Die XY-Darstellung wird durch Druck auf die XY-Taste [19] im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes aktiviert. Die Taste leuchtet auf und die Anzeige wird in einen großen und drei kleine Anzeigebereiche geteilt.

Die folgenden Beschreibungen gelten nur für die Vier-Kanalmodelle. Zwei-Kanalgeräte können nur eine einfache XY-Darstellung.

Das große Rasterbild stellt die XY-Darstellung dar, wobei die kleinen Rasterbilder die Quelle für X, Y1 und Y2 sowie

Z darstellen. In den kleinen Fenstern werden die Signale klassisch als Y- über der Zeit dargestellt. Es ist möglich zwei Signale als Y-Eingang zu definieren und gegen das Signal des X-Einganges aufzutragen, um einen Vergleich durchzuführen. Um die Einstellung vorzunehmen, welches Eingangssignal als X, Y1, Y2 oder Z definiert ist, muss man das Menü einblenden. Dies geschieht durch den zweiten Druck auf die XY-Taste. In dem sich öffnenden Menü lassen sich die Zuweisungen für X, Y1 und Y2 vornehmen.

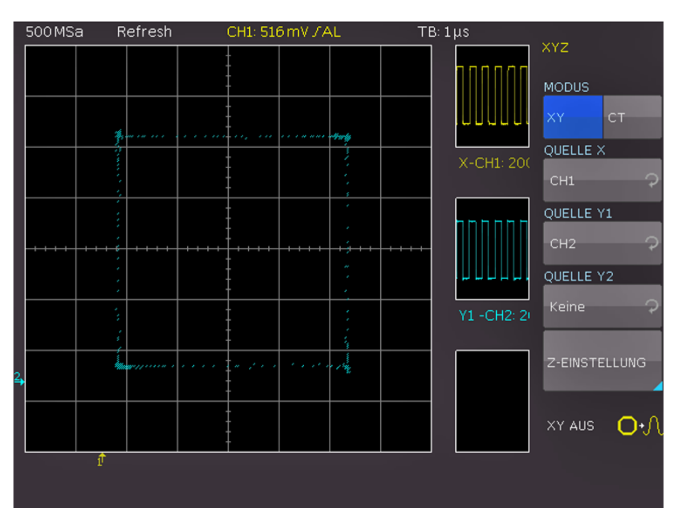


Abb. 7.4: Einstellungen im XY Anzeigemenü

Die Z-Eingangseinstellung werden mit der Softmenü-Taste Z EINSTELLUNGEN vorgenommen. Als Quelle für den Z-Eingang stehen mit der Funktion QUELLE Z alle Erfassungskanäle zur Verfügung. Die Auswahl erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld. Der Z-Eingang ermöglicht eine Steuerung der Helligkeit der XY-Kurve, die entweder statisch durch eine einstellbare Schwelle oder dynamisch durch eine Modulation der Helligkeit mit der Amplitudenänderung auf dem Z-Eingang erfolgen kann. In der Einstellung Modulation stellt große Amplituden der Z-Quelle die XY-Punkte heller dar. Der Übergang ist kontinuierlich. Die Einstellung An|Aus stellt Werte unterhalb des eingestellten Schwellwerts der Z-Quelle die XY-Punkte mit geringester Helligkeit dar. Werte oberhalb des Schwellwerts werden mit eingestellter Helligkeit dargestellt. Es gibt keinen Übergang zwischen den beiden Zuständen. Der Schwellwert kann mit dem Universaldrehgeber oder der KEYPAD-Taste im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt werden.

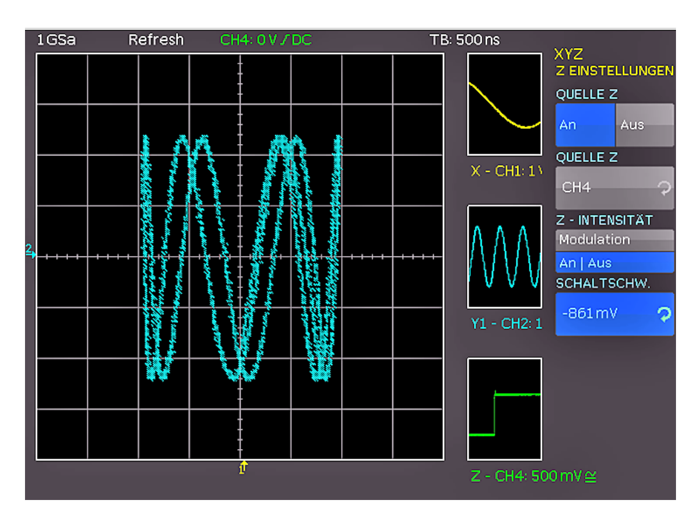


Abb. 7.5: Einstellungen für den Z-Eingang

Die XY-Darstellung wird durch Drücken der XY-Taste im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes ausgeschaltet, wenn das XY-Einstellungsmenü eingeschaltet ist. Sollte kein oder ein anderes Menü eingeblendet sein, so muss zum Ausschalten der XY-Darstellung die XY-Taste zweimal gedrückt werden.

8 Messungen

Es werden zwei Arten von Messungen auf den Signalen unterschieden: die Cursormessungen und die Automessungen. Alle Messungen erfolgen auf einem Pufferspeicher, der größer als der Bildschirmspeicher ist. Der eingebaute Hardwarezähler zeigt für den ausgewählten Eingang die Frequenz oder Periodendauer an.

8.1 Cursormessungen

Die am häufigsten genutzte Messmöglichkeit an einem Oszilloskop ist die Cursormessung. Das Funktionskonzept von HAMEG orientiert sich an der Erwartung des Mess-Ergebnissses und stellt daher nicht nur einen oder zwei, sondern in einigen Messarten sogar drei Cursors zur Verfügung. Zur Steuerung der Cursormessungen stehen die Tasten CURSOR MEASURE und KEYPAD sowie der Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld zur Verfügung. Die Messart kann in dem Menü festgelegt werden, welches sich nach dem Drücken der CURSOR/ MEASURE-Taste öffnet.

Das Menü CURSOR MEASURE erlaubt die Auswahl von Cursor bezogenen Messungen für eine aktivierte Signalquelle des Oszilloskops. Die Quelle der Messung wird durch die Schriftfarbe des jeweiligen Ergebnisses angezeigt. Die Ergebnisse befinden sich am unteren Rand des Bildschirms. Wird „n/a“ angezeigt, so ist die Messung auf das Signal nicht anwendbar. Das ist z.B. bei einer Spannungsmessung auf einen POD der Fall, weil hierbei nur logische Zustände ohne Spannungsbezug dargestellt werden. Wird ein „?“ angezeigt, liefert die Anzeige kein vollständiges Messergebnis. Beispielsweise ist die zu messende Periode nicht vollständig dargestellt und kann dadurch nicht ermittelt werden.

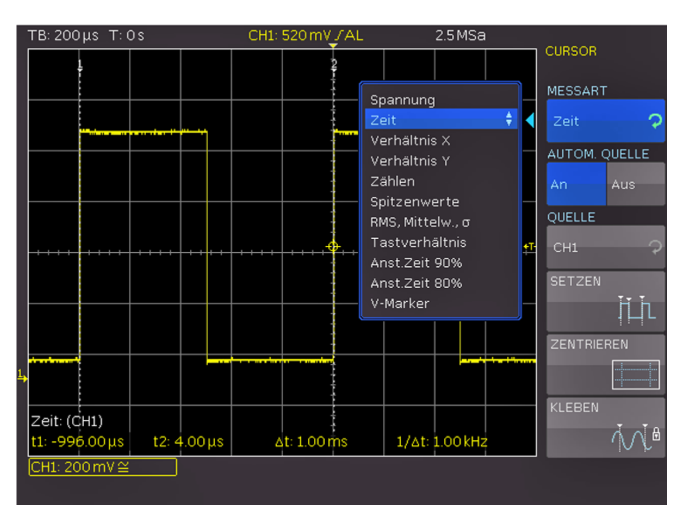


Abb. 8.1: Auswahlmenü zu Cursormessungen

Wie in der obigen Abbildung zu erkennen ist, kann die Messartauswahl durch Drücken der entsprechenden Softmenü-Taste aktiviert und mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die gewünschte Cursormessart ausgewählt werden. Die Messwerte werden am unteren Rand des Bildschirms angezeigt. Um die Cursors zu bewegen, wird der gewünschte Cursor durch Druck auf den Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld ausgewählt und durch Drehen des Universaldrehgebers positioniert.

Die Messarten haben folgende Funktionen:

SPANNUNG
Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um drei unterschiedliche Spannungen zu messen. Die Werte V1 und V2 entsprechen der Spannung zwischen der Null-Linie der ausgewählten Kurve und der aktuellen Position des ersten oder zweiten Cursors. Der Wert ΔV entspricht dem Betrag der Spannung zwischen beiden Cursors.

ZEIT
Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um drei verschiedene Zeiten und eine äquivalente Frequenz zu messen. Die Werte t1 und t2 entsprechen der Zeit zwischen dem Trigger und der aktuellen Position des ersten oder zweiten Cursors. Der Wert Δt entspricht dem Betrag der Zeit zwischen beiden Cursors.

VERHÄLTNIS X
Dieser Modus stellt drei Cursors bereit, um ein Verhältnis in X-Richtung (z.B. ein Tastverhältnis) zwischen den ersten beiden, sowie dem ersten und dem dritten Cursor zu messen. Der Messwert wird in vier unterschiedlichen Versionen (als Gleitkommawert, in Prozent, Grad und Bogenmaß) angezeigt.

VERHÄLTNIS Y
Dieser Modus stellt drei Cursors bereit, um ein Verhältnis in Y-Richtung (z.B. ein Überschwingen) zwischen den ersten beiden, sowie dem ersten und dem dritten Cursor zu messen. Der Messwert wird in zwei unterschiedlichen Versionen (als Gleitkommawert und in Prozent) angezeigt.

ZÄHLEN
Dieser Modus stellt drei Cursors bereit, um Signalwechsel zu zählen, die innerhalb einer mit den ersten beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne die mit dem dritten Cursor einstellbare Schaltschwelle überschreiten. Der Messwert wird in vier unterschiedlichen Versionen (als Anzahl der steigenden und fallenden Flanken, sowie als Anzahl von positiven und negativen Impulsen) angezeigt.

SPITZENWERTE
Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um die minimale und die maximale Spannung eines Signals innerhalb der mit den beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne zu messen. Die Werte Vp- und Vp+ entsprechen der minimalen bzw. der maximalen Spannung. Der Spitzenwert (Vpp) entspricht dem Betrag der Spannung zwischen dem minimalen und maximalen Wert.

RMS, MITTELW., STD. ABWEICHUNG σ

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um den Effektivwert (RMS = Root Mean Square), den Mittelwert sowie die Standardabweichung innerhalb einer mit den beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne zu messen.

Tastverhältnis

Dieser Modus stellt drei Cursors bereit, um das Tastverhältnis zwischen den beiden horizontalen Begrenzungscursors zu ermitteln. Der dritte Cursor legt die Schwelle fest, bei der das Tastverhältnis gemessen wird.

ANSTIEGSZEIT 90%

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um Anstiegs- und Abfallzeit der jeweils ganz linken Flanke innerhalb einer mit den beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne automatisch zu messen. Hier wird die Anstiegszeit von 10% bis 90% gemessen

ANSTIEGSZEIT 80%

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um Anstiegs- und Abfallzeit der jeweils ganz linken Flanke innerhalb einer mit den beiden Cursors einstellbaren Zeitspanne automatisch zu messen. Hier wird die Anstiegszeit von 20% bis 80% gemessen

V-MARKER

Dieser Modus stellt zwei Cursors bereit, um drei unterschiedliche Spannungen und eine Zeit zu messen. Die Werte V1 und V2 entsprechen der Spannung zwischen der Null-Linie der ausgewählten Kurve und der aktuellen Position des ersten oder zweiten Cursors. Der Wert ΔV entspricht dem Betrag der Spannung zwischen beiden Cursors. Der Wert Δt entspricht dem Betrag der Zeit zwischen beiden Cursors.

Ist die Funktion AUTOM. QUELLE aktiviert (An), wird der aktuell fokusierte Kanal als Quelle für die Messung verwendet. Bei deaktivierter Einstellung (Aus) gilt der unter QUELLE eingestellte Kanal, auch wenn er nicht im Fokus steht. Mit der Softmenü-Taste QUELLE wird mit dem Universaldrehknopf eine Quelle für die Messung gewählt. Durch Drücken der Softmenü-Taste SETZEN werden die gerade eingestellten Cursors bestmöglich auf der Signalkurve positioniert. Dies ermöglicht eine sehr schnelle und meist optimale automatische Positionierung der Cursors. Damit sind meistens nur noch Feinjustierungen nötig und lästige Grobeinstellungen der Cursors entfallen.

Wie Eingangs beschrieben, können die Cursors zusätzlich durch Druck auf den Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld ausgewählt und durch Drehen des Universaldrehgebers positioniert werden. Sollte aufgrund von sehr komplexen Kurvenverläufen das automatisierte SETZEN nicht das gewünschte Ergebnis liefern, so kann man die Cursors durch Drücken der Taste ZENTRIEREN in eine definierte Ausgangsposition bringen. Somit können beispielsweise weit entfernte Cursors wieder zurück auf den Bildschirm geholt werden.

Die Softmenü-Taste KLEBEN bedeutet, dass die Cursors auf dem eingestellten Datenpunkt bleiben und bei einer Änderung der Skalierung die Position im Messsignal nicht ändern (Cursors werden an das Signal „geklebt“). Diese Funktion kann ein- oder ausgeschaltet werden. Ist Kleben deaktiviert, verweilt der Cursor bei einer Skalierung in seiner Position auf dem Bildschirm. Bei deaktivierten Kleben ändert sich der gemessene Wert, bei aktiviertem Kleben nicht.

Nochmaligen Druck auf die Taste CURSOR MEASURE schaltet die Cursors wieder aus.

8.2 Automessfunktionen

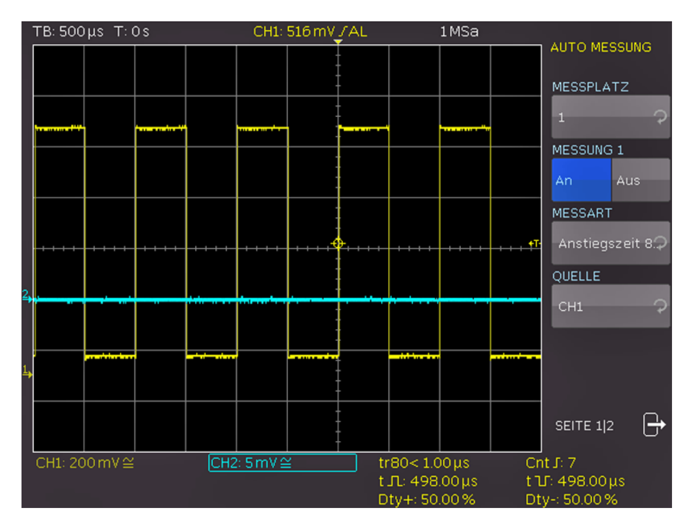


Abb. 8.2: Menü zum Einstellen der Automessfunktion

Die HMO-Serie verfügt neben den Cursormessungen auch über verschiedene Automessfunktionen. Aktiviert werden diese mit der Taste AUTO MEASURE [11] im Bereich ANALYZE des Bedienfeldes. Dieses Menü erlaubt die Einstellungen von bis zu sechs Automessfunktionen, die mit der Softmenü-Taste MESSPLATZ und dem Universaldrehknopf ausgewählt werden können. Es sind maximal 2 Messungen gleichzeitig möglich. Diese können aus zwei verschiedenen Quellen stammen. Die Quelle der Messung (Softmenü QUELLE) wird durch die Schriftfarbe des jeweiligen Ergebnisses angezeigt. Die Ergebnisse befinden sich am unteren Rand des Bildschirmes. Wird „n/a“ angezeigt, so ist die Messung auf das Signal nicht anwendbar. Das ist z.B. bei einer Spannungsmessung auf einen POD der Fall, weil hierbei nur logische Zustände ohne Spannungsbezug dargestellt werden. Wird ein „?“ angezeigt, liefert die Anzeige kein vollständiges Messergebnis. Beispielsweise ist die zu messende Periode nicht vollständig dargestellt und kann dadurch nicht ermittelt werden.

Aufgelistet werden nur die aktuell ausgewählten Quellen (mögliche Quellen sind die analogen, die digitalen und die Mathematikkanäle).

Folgende Messarten stehen zur Verfügung:

MITTELWERT

Dieser Modus misst den Mittelwert der Signalamplitude.

Ist das Signal periodisch, wird die erste Periode am linken Bildschirmrand für die Messung verwendet. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

EFFEKTIVWERT
Dieser Modus ermittelt den Effektivwert aus dem dargestellten Ausschnitt der Signalkurve. Ist das Signal periodisch, so wird die erste Periode für die Messung verwendet. Der Effektivwert ist nicht auf ein Sinussignal bezogen und wird direkt berechnet (sogenannter TrueRMS). Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

SPITZE–SPITZE
Dieser Modus misst die Spannungsdifferenz zwischen dem maximalen und dem minimalen Spitzenwert des Signals innerhalb des dargestellten Ausschnitts.

SPITZE +
Dieser Modus misst den maximalen Spannungswert im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

SPITZE –
Dieser Modus misst den minimalen Spannungswert im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

FREQUENZ
Dieser Modus ermittelt die Frequenz des Signals aus dem reziproken Wert der ersten Signalperiode T. Die Messung erfolgt nur für den gewählten Kanal.

PERIODE
Dieser Modus misst die Dauer der Signalperiode T. Die Periode kennzeichnet die Zeitdauer zwischen zwei gleichen Werten eines sich zeitlich wiederholenden Signals.

AMPLITUDE
Dieser Modus misst die Amplitude eines Rechtecksignals. Dabei wird die Spannungsdifferenz zwischen oberem und unterem Pegel (Vbase und Vtop) gebildet. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

OBERER PEGEL
Dieser Modus misst den mittleren Spannungspegel eines oberen Rechteck-Daches. Dabei wird der Mittelwert der Dachschräge gebildet (ohne Überschwingen). Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

UNTERER PEGEL
Dieser Modus misst den mittleren Spannungspegel des unteren Rechteck-Daches. Dabei wird der Mittelwert der Dachschräge gebilded (ohne Überschwingen). Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

PULSBREITE +
Dieser Modus misst die Breite des positiven Pulses. Ein positiver Puls besteht aus einer steigender Flanke gefolgt von einer fallenden Flanke. Bei dieser Messart werden die beiden Flanken ermittelt und aus deren Zeitdifferenz die Pulsbreite errechnet. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens einen komplett dargestellten Puls eines getriggerten Signals.

PULSBREITE –
Dieser Modus misst die Breite des negativen Pulses. Ein negativer Puls besteht aus einer fallenden Flanke gefolgt von einer steigender Flanke. Bei dieser Messart werden die beiden Flanken ermittelt und aus deren Zeitdifferenz die Pulsbreite errechnet. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens einen komplett dargestellten Puls eines getriggerten Signals.

TASTVERHÄLTNIS +
Dieser Modus misst das positive Tastverhältnis. Dabei werden die positiven Signalanteile über eine Periode ermittelt und zur Signalperiode ins Verhältnis gesetzt. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

TASTVERHÄLTNIS –
Dieser Modus misst das negative Tastverhältnis. Dabei werden die negativen Signalanteile über eine Periode ermittelt und zur Signalperiode ins Verhältnis gesetzt. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal und benötigt mindestens eine komplette Periode eines getriggerten Signals.

ANSTIEGSZEIT 90%
Dieser Modus misst die Anstiegszeit der ersten steigenden Flanke im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Anstiegszeit kennzeichnet die Zeit, in der das Signal von 10% auf 90% seiner Amplitude ansteigt.

ABFALLZEIT 90%
Dieser Modus misst die Abfallzeit der ersten fallenden Flanke im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Abfallzeit kennzeichnet die Zeit, in der das Signal von 90% auf 10% seiner Amplitude abfällt.

ANSTIEGSZEIT 80%
Dieser Modus misst die Anstiegszeit der ersten steigenden Flanke im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Anstiegszeit kennzeichnet die Zeit, in der das Signal von 20% auf 80% seiner Amplitude ansteigt.

ABFALLZEIT 80%
Dieser Modus misst die Abfallzeit der ersten fallenden Flanke im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Ab-

fallzeit kennzeichnet die Zeit, in der das Signal von 80% auf 20% seiner Amplitude abfällt.

σ-STD. ABWEICHUNG

Dieser Modus misst die Standardabweichung der Signalamplitude im dargestellten Bereich des Bildschirmes. Die Standardabweichung ist ein Maß für die Abweichung eines Signals von seinem Mittelwert. Ein geringes Ergebnis zeigt an, dass die Werte nahe um den Mittelpunkt liegen. Ein größeres Ergebnis verdeutlicht, dass die Werte durchschnittlich weiter entfernt liegen.

VERZÖGERUNG

Die Messung der Verzögerung misst den zeitlichen Versatz zwischen der eingestellten Messquelle und der Referenzquelle. Dabei wird die am nächsten zur Zeitreferenz liegende Flanke der Messquelle gesucht und von diesem Zeitpunkt beginnend die am nähesten liegende Flanke der Referenzquelle gesucht. Aus diesem Zeitunterschied ergibt sich das Messergebnis. Die Einstellungen der Mess-, Referenzquelle und der Flanken sind in einem Untermenü (DELAY EINST.) möglich.

PHASE

Dieser Modus misst die Phase zwischen zwei Flanken zweier Kanäle im dargestellten Bereich des Bildschirms. Die Messung der Phase misst das Verhältnis des zeitlichen Versatzes zwischen den eingestellten Quellen zur Signalperiode der Messquelle. Dabei wird die am nähesten zur Zeitreferenz liegende Flanke der Messquelle gesucht und von diesem Zeitpunkt beginnend die am nähesten liegende Flanke der Referenzquelle gesucht. Aus diesem Zeitunterschied und der Signalperiode ergibt sich das Messergebnis in Grad. Die Einstellungen der Mess- und Referenzquelle sind in einem Untermenü (MESSQUELLE / REFERENZQUELLE) möglich.

ZÄHLEN +

Dieser Modus zählt positive Impulse im dargestellten Bereich des Bildschirms. Ein positiver Impuls besteht aus einer steigenden Flanke, gefolgt von einer fallenden Flanke. Aus der Amplitude des Messsignals wird der Mittelwert gebildet. Eine Flanke wird gezählt, wenn das Signal den Mittelwert durchläuft. Ein Impuls mit nur einem Durchgang durch den Mittelwert wird nicht gezählt. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

ZÄHLEN –

Dieser Modus zählt negative Impulse im dargestellten Bereich des Bildschirms. Ein negativer Impuls besteht aus einer fallenden Flanke, gefolgt von einer steigenden Flanke. Aus der Amplitude des Messsignals wird der Mittelwert gebildet. Eine Flanke wird gezählt, wenn das Signal den Mittelwert durchläuft. Ein Impuls mit nur einem Durchgang durch den Mittelwert wird nicht gezählt. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

ZÄHLEN +/

Dieser Modus zählt Signalwechsel (Flanken) vom Low Level zum High Level im dargestellten Bereich des Bildschirms. Aus der Amplitude des Messsignals wird der Mittelwert gebildet. Eine Flanke wird gezählt, wenn das Signal den Mittelwert durchläuft. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

ZÄHLEN –/

Dieser Modus zählt Signalwechsel (Flanken) vom High Level zum Low Level im dargestellten Bereich des Bildschirms. Aus der Amplitude des Messsignals wird der Mittelwert gebildet. Eine Flanke wird gezählt, wenn das Signal den Mittelwert durchläuft. Die Messung erfolgt jeweils nur für den ausgewählten Kanal.

TRIGGERFREQUENZ

Dieser Modus misst die Frequenz des Triggersignals basierend auf der Periodendauer. Die Quelle für die Messung ist die aktuell eingestellte Triggerquelle. Die Frequenz wird mit einem Hardwarezähler ermittelt, der eine hohe Genauigkeit von 6 Stellen hat.

TRIGGERPERIODE

Dieser Modus misst die Dauer der Perioden des Triggersignals (mit einem Hardwarezähler).

8.2.1 Statistik für Automessfunktionen

Sind Automessfunktionen defininiert, kann auf Seite 2|2 des AUTO MEASURE Menüs die Statistik zu diesen Parametern eingeschaltet werden. Die Statistik dient zur Bewertung eines periodischen Signals über eine Anzahl von Messungen. Die Ergebnisse (aktueller Wert, Minimum,

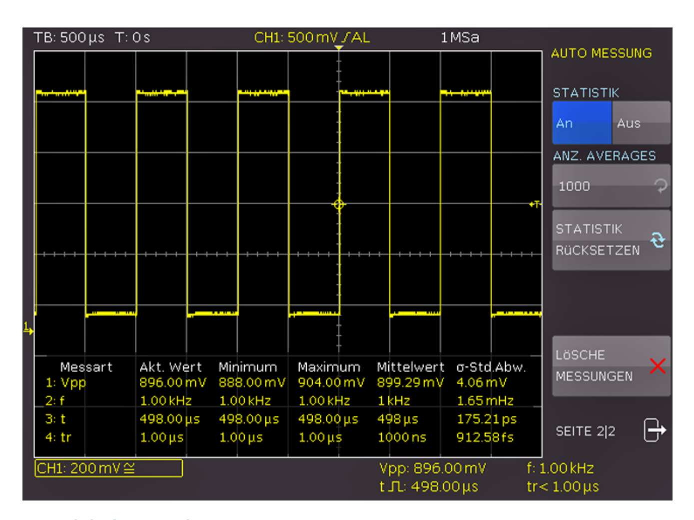


Abb. 8.3: Statistik für Automessungen

Maximum, Mittelwert, Standardabweichung und Anzahl) werden unten im Anzeigefenster in einer Tabelle angezeigt. Die Statistik kann über max. 1000 Erfassungen erfolgen, die gewünschte Anzahl lässt sich mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld einstellen. Der Mittelwert und die Standardabweichung werden über die aktuellsten n Werte ermittelt, wobei n der eingestellten Erfassungen entspricht (Softmenü-Taste ANZ. AVERAGES). Minimum und Maximum des Messwertes gelten hingegen für die gesamte Anzahl an Messungen. Die gesamte An-

zahl an Messungen wird in der Statistik angezeigt. Die Taste STATISTIK RÜCKSETZEN setzt die Statistik zurück. Alle aufgezeichneten Werte werden gelöscht. Diese Funktion kann genutzt werden, um die Statistik an einem definierten Punkt neu zu beginnen. Die Taste LÖSCHE MESSUNGEN schaltet die automatischen Messungen aus.

9 Analyse

Die Oszilloskope der HMO72x...202x Serie verfügen über eine Analysefunktion für die erfassten Datensätze, die auf dem Bildschirm angezeigt werden. Einfache mathematische Funktionen können mit der „Quick Mathematik“, komplexere Funktionen sowie die Verkettung von Funktionen können mit dem Formeleditor durchgeführt werden. Das MATH Menü beinhaltet Rechenfunktionen für die aufgenommenen Signalformen. Die mathematischen Funktionen verfolgen die Änderungen der beinhalteten Signale und beziehen sich nur auf den sichtbaren Bereich. Zusätzlich lässt sich die Frequenzanalyse (FFT) mit einem Tastendruck aktivieren. Für einen schnellen Überblick über die Signaleigenschaften sorgt die QUICKVIEW Funktion. Ein maskenbasierter PASS/FAIL Test erlaubt die automatisierte Überwachung von Signalen.

9.1 Mathematik-Funktionen

Das MATH Menü beinhaltet Rechenfunktionen für die aufgenommenen Signalformen. Die mathematischen Funktionen verfolgen die Änderungen der beinhalteten Signale und beziehen sich nur auf den sichtbaren Bereich des Bildschirms.

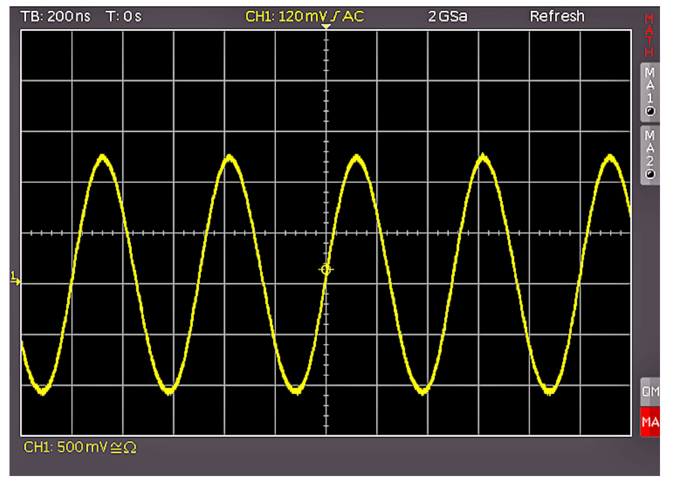


Abb. 9.1: Mathematikkurzmenü

Wird ein Signal am Bildschirmrand abgeschnitten, kann auch die zugehörige Mathematik-Kurve abgeschnitten sein. Ist eine Mathematik-Funktion aktiviert, so kann sie mittels der SCALE-Drehgeber skaliert werden. Das Mathematik-Menü ist unterteilt in Quick Mathematik und Formelsatz. Die Quick Mathematik ist für einfache und schnelle Rechnungen gedacht. Mit dem Formelsatz hingegen sind kompliziertere Verknüpfungen möglich.

9.1.1 Quick Mathematik

Nach dem Drücken der MATH-Taste [26] im VERTICAL Bedienfeld wird ein Kurzmenü aktiviert. Die unterste Softmenü-Taste QM/MA aktiviert die Quick Mathematik oder den Formeleditor. QM steht dabei für Quick Mathematik und MA für die erweiterte Mathematik (Formeleditor). Das

Drücken dieser Softmenü-Taste wechselt zwischen den beiden Mathematikfunktionen.

Im QM Menü kann mit den Softmenü-Tasten die Konfiguration der Quick Mathematik-Funktion vorgenommen werden. Die erste und dritte Softmenü-Taste wählt den jewei-

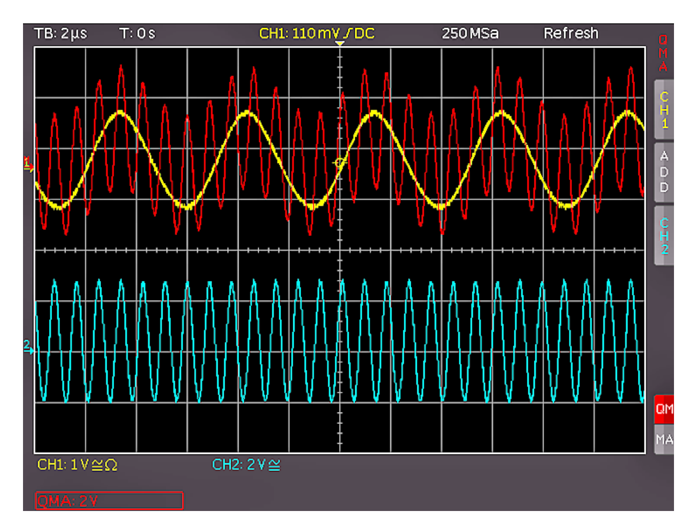


Abb. 9.2: Quickmathematik Menü

ligen Kanal (Quelle) für die Quick Mathematik-Berechnung. Es können nur Analogkanäle ausgewählt werden, die aktiviert sind. Mittels der mittleres Softmenü-Taste wird die Berechnungsart Addition (ADD), Subtraktion (SUB), Multiplikation (MUL) oder Division (DIV) eingestellt. Wird die Taste MENU im VERTICAL Bedienfeld gedrückt, gelangt man in eine ausführlichere Darstellung des QM Menüs. Die Operanden bzw. der Operator werden mit dem Universaldrehknopf eingestellt.

9.1.2 Formeleditor

Das Formeleditor-Menü (Softmenü-Taste MA) ermöglicht das Ein- und Ausschalten der mathematischen Gleichungen, die innerhalb des ausgewählten Formelsatzes

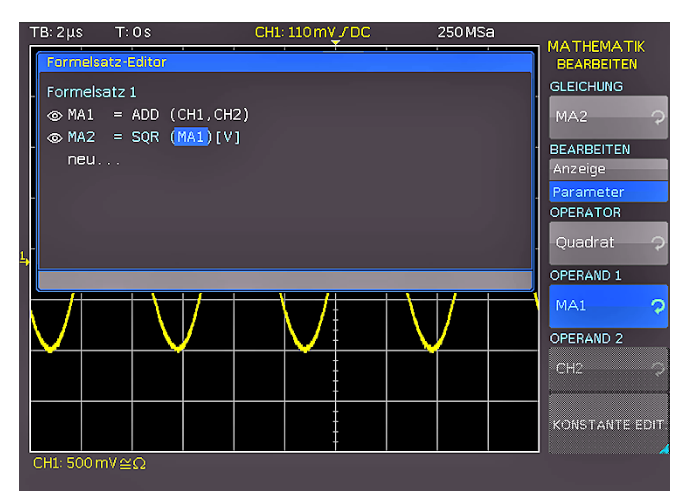


Abb. 9.3: Formeleditor für Formelsatz

definiert und sichtbar sind. Es werden nur Gleichungen aufgelistet, die sichtbar sind. Es können vier der fünf Funktionen aus dem aktuellen Formelsatz gleichzeitig dargestellt werden. Die fünfte Kurve kann als Operand für eine der vier Mathematikkurven benutzt werden und wird dabei berechnet, aber nicht dargestellt. Die Taste MENU im VERTICAL Bedienfeld öffnet ein Menü zur Auswahl des Formelsatzes und zur Definition der zugehörigen Formeln. Zusätzlich kann ein NAME mit max. 8 Zeichen vergeben, ein Formelsatz geladen (aus dem internen Speicher oder von einem USB Stick) oder ein Formelsatz abgespeichert werden (intern oder auf einen USB Stick). Der Wunschname kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich vergeben und mit der Taste ANNEHMEN gespeichert werden. Der Name erscheint nun anstelle MA1…MA5. Die Namensvergabe kann für alle Gleichungen separat durchgeführt werden. Wenn alle Gleichungen, Konstanten und Namen eingegeben sind, kann dieser Formelsatz ebenfalls mit einem Namen versehen werden, indem die Taste NAME im Formelsatzmenü gedrückt und der Name eingegeben wird.

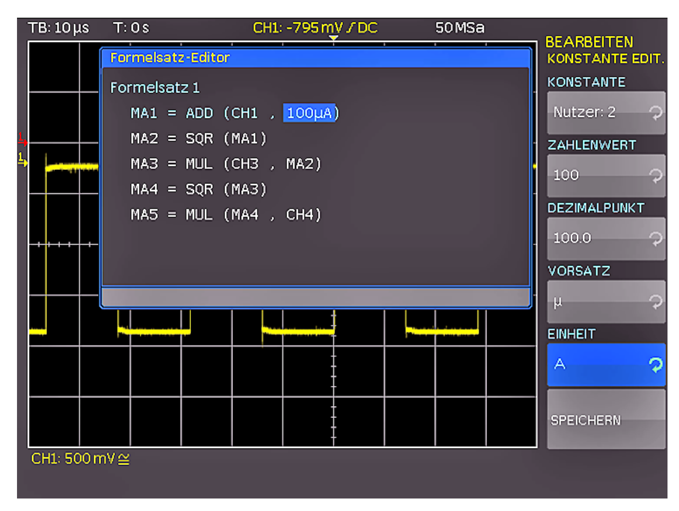


Abb. 9.4: Eingabe von Konstanten und Einheiten

Die HMO72x...202x Serie verfügt über fünf mathematische Formelsätze. In jedem dieser Formelsätze stehen wiederum fünf Formeln zur Verfügung, die mit einem Formeleditor bearbeitet werden, um auch verknüpfte mathematische Funktionen definieren zu können. Diese sind mit MA1 bis MA5 bezeichnet. Der Formelsatz wird mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld eingestellt. Im Formelsatz-Editor (Softmenü-Taste BEARBEITEN) sind die bereits vorhandenen Gleichungen aufgelistet und können bearbeitet werden. Die ausgewählte Gleichung ist mit einem blauen Balken markiert. Hierbei wird zwischen der Bearbeitung der Anzeige und der Parameter unterschieden. Die gewünschte Gleichung wird mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld ausgewählt und mit der Softmenü-Taste SICHTBAR aktiviert. Eine aktivierte, sichtbare Gleichung ist innerhalb des Formel-Editors durch ein ausgefülltes Auge gekennzeichnet und im Kurzmenü aufgelistet.

Im Softmenü EINHEIT können mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich folgende Einheiten gewählt werden:

- V (Volt)
- A (Ampere)
- Ω (Ohm)
- V/A (Volt pro Ampere)
- W (Watt)
- VA (Volt Ampere)
- VAr (Blindleistung)
- dB (dezibel)

- m (Milli, 10^{-3})
- µ (Mikro, 10^{-6})
- n (Nano 10^{-9})
- p (Piko, 10^{-12})
- f (Femto, 10^{-15})
- a (Atto, 10^{-18})
- z (Zepto 10^{-21})
- y (Yokto, 10^{-24})
- K (Kilo, 10^{3})
- M (Mega, 10^{6})
- G (Giga, 10^{9})
- T (Tera, 10^{12})
- P (Peta, 10^{15})
- E (Exa, 10^{18})
- Z (Zetta 10^{21})
- Y (Yotta, 10^{24})
- dBm (dezibel milliwatt)
- dBV (dezibel Volt)
- s (Sekunde)
- Hz (Hertz)
- F (Farad)
- H (Henry)
- % (Prozent)

- ° (Grad)
- π (Pi)
- Pa (Pascal)
- m (Meter)
- g (Beschleunigung)
- °C (Grad Celsius)
- K (Kelvin)
- °F (Grad Fahrenheit)
- N (Newton)
- J (Joule)
- C (Coulomb)
- Wb (Weber)
- T (Tesla)
- (dez) (dezimal)
- (bin) (binär)
- (hex) (hexadezimal)
- (oct) (octal)
- DIV (Division, Skalenteil)
- px (pixel)
- Bit (Bit)
- Bd (Baud)
- Sa (Sample)

Die Einheit der Gleichung wird für die Kanalbezeichnung und Cursor-/Automessarten übernommen. Der Name der Gleichung ist im Formelsatz-Editor und als Beschriftung im Kurvenfenster aufgeführt. Die Softmenü-Taste LÖSCHEN entfernt die Gleichung aus dem Formelsatz.

Eine Gleichung besteht aus einem Operator (Rechenfunktion) und bis zu zwei Operanden. Als Operatoren lassen sich mit dem Universaldrehknopf im CURSOR/MENU Bedienbereich auswählen:

- Addition
- Subtraktion
- Multiplikation
- Division
- Maximum
- Minimum
- Quadrat
- Wurzel
- Betrag
- Positiver Anteil
- negativer Anteil
- Reziprok
- Invertiert
- dekadischer Logarithmus
- natürlicher Logarithmus
- Ableitung
- Integral
- IIR Tiefpassfilter
- IIR Hochpassfilter

Als OPERANDEN (Quellen) sind für die jeweilige Gleichung die Eingangskanäle CH1, CH2, CH3, CH4, sowie eine einstellbare Konstante zugelassen. Bei der Formel MA2 kommt als Quelle MA1 hinzu, bei MA3 kommt MA2 als Quelle hinzu, bei MA4 entsprechend MA3 und schließlich bei MA5 noch MA4. Es lassen sich von diesen fünf Gleichungen insgesamt fünf verschiedene Sätze erstellen, abspeichern und abrufen. Neue Gleichungen lassen sich hinzufügen, indem mittels Universaldrehknopf der Menüpunkt „neu...“ im Formelsatz-Editor ausgewählt wird. Durch Drücken der Softmenü-Taste HINZUFÜGEN kann die neue Gleichung bearbeitet werden.
Im Menü für die Eingabe der Konstanten kann durch Drücken der Taste KONSTANTE EDIT. und anschließender Auswahl mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich aus folgenden Konstanten gewählt werden:

- Pi
- 2x Pi
- 0,5 x Pi
- Nutzer 1 . . . 10 (max. 10 benutzerdefinierte Konstanten)

Wenn z.B. NUTZER1 als Konstante gewählt wird, kann nach Drücken der Softmenü-Taste ZAHLENWERT mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ein Zahlenwert eingestellt werden. Nach der gleichen Methode kann ein DEZIMALPUNKT gesetzt und zusätzlich ein SI-Präfix eingegeben werden (Softmenü-Taste VORSATZ). Als EINHEIT stehen die gleichen SI-Präfixe zur Auswahl, die im Softmenü BEARBEITEN zur Verfügung stehen. Mit SPEICHERN werden diese Einstellungen unter dem Namen NUTZER 1 abgespeichert und ins Menü zur Bearbeitung der Gleichung zurückgekehrt. Bis zu 10 dieser benutzerdefinierten Konstanten können abgespeichert werden. Beim Speichern eines Formelsatzes kann zusätzlich ein Kommentar vergeben werden (Softmenü-Taste KOMMENTAR). Durch Drücken der Taste SPEICHERN wird dieser Formelsatz mit dem gewählten Namen und Kommentar an den gewählten Ort gespeichert.

Diese abgespeicherten Formelsätze lassen sich jederzeit wieder laden. Dazu wird das Mathematik-Menü durch Druck auf die MATH-Taste aktiviert und anschließend die MENU-Taste unter dem VOLTS/DIV Drehgeber betätigt. In diesem Menü erscheint ein Menüpunkt LADEN. Dadurch wird der Dateimanager gestartet, der den internen Speicherplatz oder den eingesteckten USB Stick als möglichen Speicherplatz anzeigt. Dort wird die gewünschte Formelsatzdatei ausgewählt und durch die Taste LADEN geladen.

9.2 Frequenzanalyse (FFT)

Grundsätzlich funktioniert die FFT in einem Oszilloskop anders als bei einem Spektrumanalysator und richtet sich neben der Zeitbasiseinstellung auch nach der verfügbaren Anzahl der verwendeten Erfassungspunkte bei der Berechnung der FFT. Es können mit der HMO Serie bis zu 65k Punkte in die FFT einbezogen werden und erreicht damit in dieser Preisklasse eine sehr gute Auflösung.

Für eine Analyse von sehr langsamen Signalen (Hz-Bereich) ist die FFT ungeeignet; hierfür wird der klassische Oszilloskopmodus verwendet.

Das FFT Menü ermöglicht eine schnelle Fourier-Transformation, welche das Frequenzspektrum des gemessenen Signals darstellt. Die veränderte Darstellungsweise ermöglicht die Ermittlung der im Signal hauptsächlich vorkommenden Frequenzen und deren Amplitude.

Die Frequenzanalyse ist mit der FFT-Taste [9] im Bereich ANALYZE des Bedienfeldes zuschaltbar. Nach dem Drücken der Taste leuchtet diese weiß und der Bildschirm wird in zwei Gitter unterteilt. Im oberen Bereich wird die

Spannungs-Zeitkurve angezeigt, im unteren Bereich das Ergebnis der Fourier-Analyse. Die FFT wird über maximal 65536 Erfassungspunkte berechnet. Mehr Punkte bei einem gleichbleibenden Span resultieren in einer kleineren Frequenzschrittweite der FFT. Die Punkteanzahl der Ausgangsdaten ist halb so groß, wie die der Eingangsdaten.

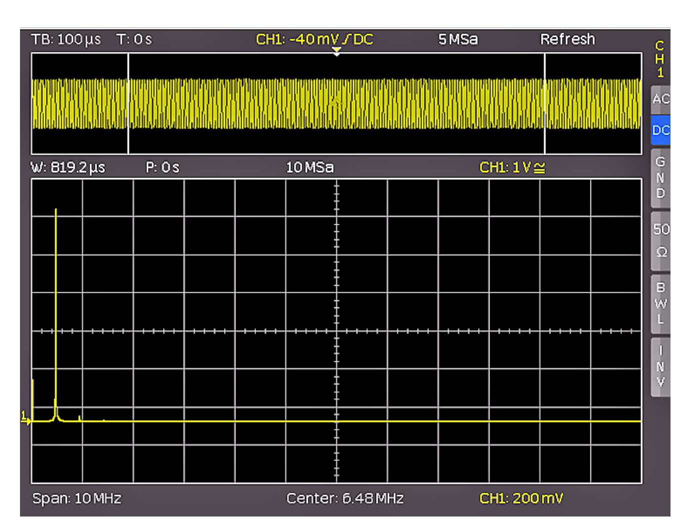


Abb. 9.5: FFT Darstellung

In der Anzeige oben links befinden sich die Informationen zu den Einstellungen im Zeitbereich, zwischen dem oberen und unteren Fenster die Zoom- und Positionsangaben und unterhalb des großen FFT Anzeigefensters die Einstellungen (Span und Center) im Frequenzbereich. Das untere FFT Anzeigefenster ist nach dem Einschalten der FFT weiß umrandet. Diess bedeutet, dass der große Drehknopf im Zeitbasisbereich den Span einstellt. Der Span wird in der Einheit Hz (Hertz) angegeben und kennzeichnet die Breite des dargestellten Frequenzbereiches. Die Position des Spans kann über den Wert von Center mittels des horizontalen X-Position Drehgeber eingestellt werden. Der dargestellte Frequenzbereich erstreckt sich von (Center - Span/2) bis (Center + Span/2).

Die minimale Schrittweite ist abhängig von der Zeitbasis. Je größer die Zeitbasis, desto kleiner der Span. Wichtige Voraussetzung für die FFT ist zusätzlich die Einstellung max. Abtastrate im ACQUIRE Menü des HMO Gerätes.

Mit der Softmenü-Taste MODUS kann zwischen den folgenden Anzeigearten gewählt werden:

Normal
Die Berechnung und Darstellung der FFT durch diesen Modus erfolgt ohne zusätzliche Bewertung oder Nachbearbeitung der erfassten Daten. Die neuen Eingangsdaten werden erfasst, angezeigt und überschreiben dabei die vorher gespeicherten und angezeigte Werte.

Hüllkurve
Im Modus Hüllkurve werden zusätzlich zum aktuellen Spektrum die maximalen Auslenkungen aller Spektren separat gespeichert und bei jedem neuen Spektrum aktualisiert. Diese Maximalwerte werden mit den Eingangsdaten angezeigt und bilden eine Hüllkurve die anzeigt, in welchen Grenzen das Spektrum liegt. Es bildet sich eine Fläche oder ein Schlauch mit allen jemals aufgetretenen FFT Kurvenwerten. Bei jeder Änderung der Signalparameter wird ein Rücksetzen der Hüllkurve veranlasst.

Mittelwert
Dieser Modus bildet den Mittelwert aus mehreren Spektren. Er ist zur Rauschunterdrückung geeignet. Mit der Softmenü-Taste MITTELW. wird die Anzahl der Spektren für die Mittelwertbildung wird mit dem Universaldrehknopf im CURSOR/MENU Bedienbereich in 2er Potenzen von 2 bis 512 eingestellt.

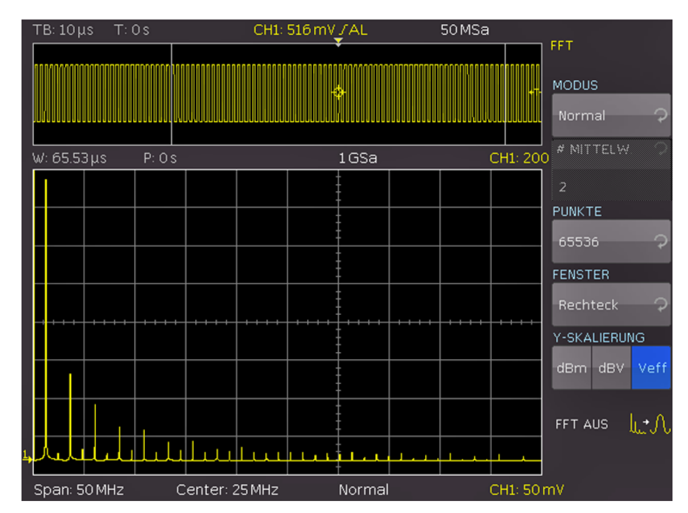


Abb. 9.6: erweitertes FFT Menü

Der Menüeintrag PUNKTE erlaubt die Einstellung der maximal in die Berechnung einbezogene Anzahl der Erfassungspunkte mit Hilfe des Universaldrehgebers im CURSOR/MENU Bedienbereich. Die möglichen Einstellungen sind 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536 Punkte.

Das Softmenü FENSTER verbessert die FFT-Darstellung bei Unstetigkeiten an den Grenzen des Messintervalls. Unstetigkeiten werden von einem Rechenalgorithmus als Sprung ausgewertet und überlagern das Messergebnis. Im Falle einer glockenförmigen Fensterfunktion werden die Grenzen mit niedrigeren Werten multipliziert und der Einfluss gedämpft.

Der Softmenüpunkt FENSTER bietet Ihnen die Möglichkeit aus folgenden Fensterfunktionen zu wählen:

Hanning
Die Hanning-Fensterfunktion ist glockenförmig. Sie ist im Gegensatz zu der Fensterfunktion Hamming am Rand des Messintervals gleich Null. Daher wird der Rauschpegel im Spektrum reduziert und die Breite der Spektrallinien vergrößert. Diese Funktion kann z.B. für eine amplitudengenaue Messung eines periodischen Signals genutzt werden.

Hamming
Die Hamming-Fensterfunktion ist glockenförmig. Sie ist im Gegensatz zur Hanning- und Blackman-Fensterfunktion am Rand des Messintervalls ungleich Null. Daher ist

die Höhe des Rauschpegels im Spektrum größer als bei der Hanning- und Blackman-Fenster-funktion, aber kleiner als bei der Rechteck-Fensterfunktion. Die Spektrallinien sind hingegen im Vergleich zu den anderen glockenförmigen Funktionen schmaler. Diese Funktion kann z.B. für eine amplituden-genaue Messung eines periodischen Signals genutzt werden.

Blackman
Die Blackman-Fensterfunktion ist glockenförmig und besitzt den steilsten Abfall in ihrer Kurvenform unter den verfügbaren Funktionen. Sie ist an den beiden Enden des Messintervalls Null. Mittels der Blackman-Fensterfunktion sind die Amplituden sehr genau messbar. Die Frequenz hingegen ist aufgrund der breiten Spektrallinien schwieriger zu bestimmen. Diese Funktion kann z.B. für eine amplitudengenaue Messung eines periodischen Signals genutzt werden.

Rechteck
Die Rechteck-Fensterfunktion multipliziert alle Punkte mit Eins. Daraus resultiert eine hohe Frequenzgenauigkeit mit dünnen Spektrallinien und erhöhtem Rauschen. Diese Funktion kann bei Impulsantwort-Tests verwendet werden, wenn die Anfangs- und Endwerte Null sind.

Mit dem Menüpunkt Y-SKALIERUNG kann die FFT in der Amplitude logarithmisch (dBm / dBV) oder linear (V_{eff}) skaliert dargestellt werden. Die Einheit dBm (Dezibel-Milliwatt) bezeiht sich dabei auf 1 mW. Die Einheit dBV (Dezibel-Volt) bezieht sich auf 1 V_{eff}. Die angezeigten Werte beziehen sich auf einen 50 Ω-Abschlusswiderstand. Dabei kann entweder der intern vorhandene Widerstand verwendet oder ein externer Abschlusswiderstand parallel zum hochohmigen Eingang angeschlossen werden.

Durch Drücken der gewünschten Kanaltaste kann ein anderen Kanal als Quelle für die FFT aktiviert werden. Die FFT Funktion kann durch Drücken der Softmenü-Taste FFT AUS oder durch nochmaliges Drücken der FFT-Taste auf dem Bedienfeld wieder deaktiviert werden.

9.3 Quick View

Die QUICK VIEW Funktion zeigt einen schnellen Überblick über die typischen Größen des Signals. Nach dem Drücken der QUICKVIEW-Taste [10] im Bereich ANALYZE des Bedienfeldes werden einige grundlegende, automatische Messungen aktiviert. Die Ergebnisse der Messungen werden am unteren Bildschirmrand und mittels Cursors an der Kurve angezeigt.
Folgende fünf Messwerte werden direkt am Signal angezeigt:

- Maximaler Spannungswert
- Mittlerer Spannungswert
- Minimaler Spannungswert
- Anstiegszeit
- Abfallzeit

Folgende zehn Messwerte werden am unteren Bildschrimrand angezeigt:

- RMS Wert
- Spitze zu Spitze Spannung
- Periodendauer
- Frequenz
- Amplitude
- pos. Pulsbreite
- pos. Tastverhältnis
- Anzahl pos. Flanken
- neg. Pulsbreite
- neg. Tastverhältnis

Nach Druck auf die AUTO MEASURE Taste lassen sich die sechs Messparameter rechts unten ändern. Diese Änderungen werden erst durch ein RESET bzw. das Laden der Standardeinstellungen wieder rückgängig gemacht. Im Quickview Modus kann immer nur ein Kanal aktiv sein. Alle Messungen erfolgen auf dem aktiven Kanal.

9.4 PASS/FAIL Test basierend auf Masken

Mit Hilfe des Pass/Fail-Tests kann ein Signal darauf untersucht werden, ob es sich innerhalb definierter Grenzen befindet. Diese Grenzen werden durch eine sogenannte Maske gesetzt. Überschreitet das Signal die Maske, liegt ein Fehler vor. Diese Fehler werden zusammen mit den erfolgreichen Durchläufen und den gesamten Durchläufen am unteren Rand des Bildschirms angezeigt. Zusätzlich ist es möglich bestimmte Aktionen bei einem Fehler auszuführen.

Durch Drücken der QUICKVIEW-Taste [10] im Bereich ANALYZE des Bedienfeldes und durch Betätigen der Softmenü-Taste PASS/FAIL kann der Modus aktiviert und ein Menü für das Einstellen und Nutzen des Maskentestes geöffnet werden. Bevor man den Test mit der obersten Softmenü-Taste TEST AN/AUS startet, muss eine Maske erstellt / geladen und eine Aktion gewählt werden. Um eine neue Maske zu erstellen, wird die Softmenü-Taste NEUE MASKE betätigt. Masken werden auf dem Bildschirm als grau-weiße Kurven dargestellt. Wurde eine Maske kopiert oder geladen, kann man die Ausdehnungen der Signalform und damit die Grenzen für den Test mittels der Menüpunkte verändern.

In dem sich öffnenden Menü kann mit der Taste KANAL KOPIEREN das aktuelle Signal in einen Maskenspeicher kopiert werden. Diese ist Weiß und liegt genau auf dem Ausgangssignal. Mit den Menütasten Y-POSITION und STRECKUNG Y kann man diese Kurve vertikal verschieben oder vergrößern. Die beiden Menüpunkte BREITE Y und BREITE X ermöglichen die Einstellung der Toleranz für die Maske. Mit dem Universaldrehgeber oder der KEYPAD-Taste im CURSOR/MENU Bedienbereich lassen sich dabei Werte mit einer Auflösung von 1/100 Skalenteil eingeben. Eine Maske hat zu jedem erfassten Datum einen Minimum- und Maximumwert. Für eine Quellkurve, die nur einen Wert pro Datum aufweist, sind Minimum- und Maximumwert gleich. Die Breite bezeichnet den Abstand der Randpunkte vom Originalpunkt. Umso größer der gewählte Wert ist, desto größer können die Abweichungen der Kurve in der Amplitude sein. Die Toleranzmaske wird auf dem Bildschirm im Hintergrund weiß angezeigt. Die erzeugte und bearbeitete Maske kann sofort für den Test verwendet werden, ist aber nur flüchtig im Arbeitsspeicher des Gerätes abgelegt. Mit der Softmenü-Taste SPEICHERN kann die Maske dauerhaft auf einem USB Stick oder intern gespeichert werden. Ein Druck auf die MENU OFF Taste führt wieder zum Ausgangsmenü.

Die Softmenü-Taste MASKE LADEN öffnet einen Dateibrowser, mit dem zuvor abgespeicherte Masken für den Test geladen werden können (Dateiendung .HMK). Eine geladene Maske kann innerhalb des Menüs NEUE MASKE verändert werden. Änderungen werden nur für die Datei übernommen, wenn die Maske nach dem Bearbeiten gespeichert wird.

Durch Druck auf die Softmenü-Taste AKTIONEN im PASS/FAIL Hauptmenü wird ein Menü mit den möglichen Aktionen geöffnet. Fünf Aktionen sind möglich:

- Ton bei Verletzung
- Stopp bei einstellbarer (1. bis >10000.) Verletzung
- Impuls bei Verletzung (gibt am Y-Ausgang bei Verletzung der Maske einen Impuls aus)
- Bildschirmausdruck bei Verletzung auf USB Stick
- Bildschirmausdruck bei Verletzung auf angeschlossenen Drucker

Eine Aktion wird ausgeführt, wenn ihre Bedingung (z.B. eine gewisse Anzahl von Maskenverletzungen) erfüllt ist. Jede Aktion hat eine eigene Bedingung, die getrennt von den anderen Aktionen definiert werden kann. Die jeweilige Bedingung kann innerhalb des Menüs der jeweiligen Aktion eingestellt werden. Die gewünschte Aktion wird durch Druck auf die entsprechende Softmenü-Taste ausgewählt, der entsprechende Softmenüpunkt wird blau hinterlegt. Mit der MENU OFF Taste kehrt man in das Hauptmenü zurück und der Maskentest kann gestartet werden.

Rechts unter dem Anzeigefenster werden die Gesamtanzahl und die Gesamtzeitdauer der Tests in Klammern in Weiß, die Anzahl der erfolgreichen Tests und deren prozentualer Anteil in Klammern in Grün, sowie die Anzahl der Fehler und deren prozentualer Anteil in Klammern in rot angezeigt. Wurde ein Test gestartet, so wird die bisher nicht anwählbare Soft-menütaste PAUSE aktiv. Wird die PAUSE-Taste gedrückt, so wird der Test unterbrochen, die Erfassung von Signalen und die Gesamtzeitdauer laufen jedoch weiter. Wird die PAUSE-Taste erneut gedrückt, so wird der Test fortgesetzt, alle Ereigniszähler werden weiter hochgezählt. Wird ein Test mit der Softmenü-Taste TEST deaktiviert (Aus), werden die Ereignis- und Zeitzähler angehalten. Wird ein neuer Test gestartet mit der Softmenü-Taste TEST aktiviert (An), werden die Zähler alle zurückgesetzt und beginnen wieder bei Null.

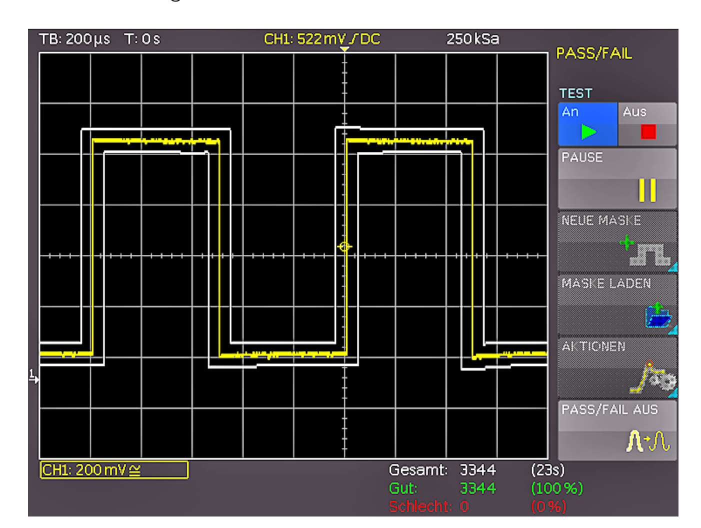


Abb. 9.7: PASS/FAIL Maskentest

Der PASS/FAIL Modus wird durch Drücken der Softmenü-Taste PASS/FAIL AUS beendet.

10 Dokumentation, Speichern und Laden

Das Oszilloskop ermöglicht, alle Bildschirmdarstellungen, die Benutzereinstellungen (wie zum Beispiel die Triggerbedingung und Zeitbasiseinstellung), Referenzkurven, einfache Kurven und Formelsätze abzuspeichern. Es steht intern im Gerät ein Speicher für Referenzkurven, Geräteeinstellungen und Formelsätze zur Verfügung. Diese Daten, Bildschirmfotos sowie Kurvendaten lassen sich zusätzlich auf einem angeschlossenen USB Stick ablegen.

Der USB Stick sollte nicht größer als 4GB und FAT (FAT32) formatiert sein. Eine große Anzahl von Dateien auf dem USB Stick sollte vermieden werden.

Das Hauptmenü für das Speichern und Laden von Funktionen wird durch Druck auf die Taste SAVE/RECALL aufgerufen.

10.1 Geräteeinstellungen

Im Softmenü GERÄTEEINST. können die aktuellen Geräteeinstellungen gespeichert, bereits gespeicherte Einstellungen geladen oder Geräteeinstellungen im- oder exportiert werden.

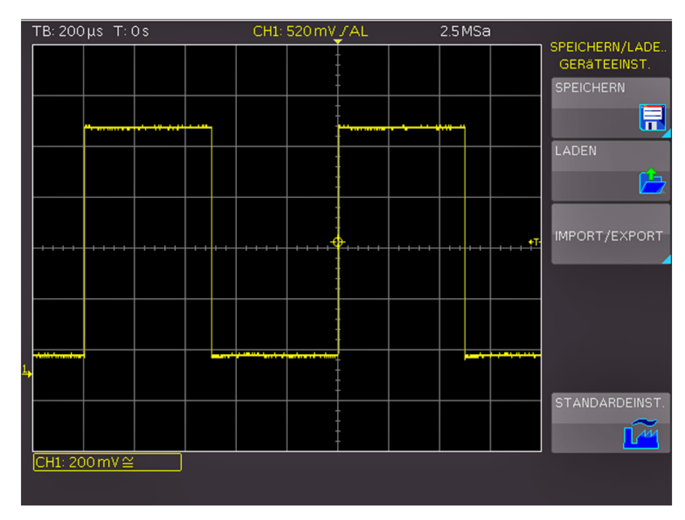


Abb. 10.1: Basismenü für Geräteeinstellungen

Der Druck auf die Softmenü-Taste SPEICHERN öffnet das Speichermenü. Mittels der Softmenü-Taste SPEICHERORT kann ein möglicher Speicherort (interner Speicher, vorderer USB- oder hinterer USB-Anschluss) ausgewählt werden, auf dem die Geräteeinstellungen gespeichert werden sollen. Durch Drücken dieser Taste öffnet sich der Dateisystemmanager. Der DATEINAME kann an die jeweilige Einstellung angepasst bzw. verändert werden (SET ist die Standardbezeichnung). Über die Softmenü-Taste KOMMENTAR kann ein Kommentar eingegeben werden, der in der Fußzeile des Dateimanagers erscheint, wenn eine Datei ausgewählt wurde. Mit der Softmenü-Taste FORMAT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich kann zwischen dem HDS (Binär) und dem SCP (Klartext) Format gewählt werden. Im Gegensatz zum HDS Format, können Geräteeinstellungen im SCP Format auch nach einem Firmware Update geladen werden. Geräteeinstellungen einer alten Firmwareversion im HDS Format können mit einer neuen Firmwareversion nicht geladen werden. Mit SPEICHERN werden die Einstellungen gespeichert.

Geräteeinstellungen im SCP Format können auch nach einem Firmware Update geladen werden.

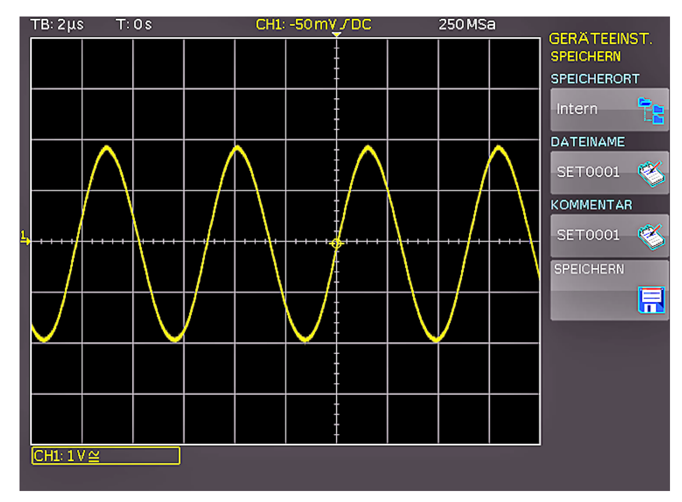


Abb. 10.2: Geräteeinstellungen speichern

Um abgespeicherte Einstellungsdateien wieder zu laden, wird das Softmenü LADEN durch Druck der entsprechenden Softmenü-Taste geöffnet. Es öffnet sich der Dateimanager, in welchem mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die gewünschte Datei ausgewählt werden kann.Ist der Speicherort und die entsprechende Einstellungsdatei ausgewählt, so kann diese durch Drücken der Softmenü-Taste LADEN geladen werden. Zum Entfernen von nicht mehr benötigten Dateien wird die entsprechende Einstellungsdatei mit dem Universaldrehknopf ausgewählt und mit der Softmenü-Taste DATEI LÖSCHEN entfernt. Bei einem angeschlossen USB Stick

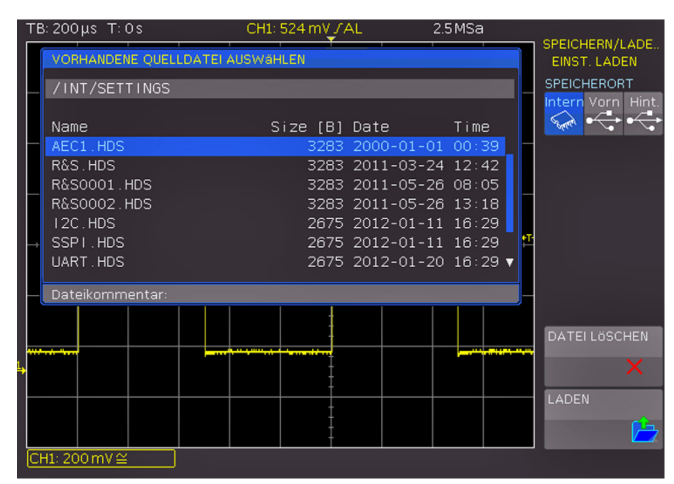


Abb. 10.3: Geräteeinstellungen laden

können zusätzlich Verzeichnisse gewechselt und gelöscht werden. Mittels der Softmenü-Taste SORTIERUNG können mehrere Einstellungsdateien nach Name, Typ, Größe oder Datum sortiert werden.

Das Softmenü IMPORT/EXPORT dient zum Kopieren einer Datei von einem internen in ein externes Speichermedium (USB Stick) oder umgekehrt. Quelle (QUELLDATEI) und Ziel (ZIELPFAD) müssen für den Kopiervorgang ausgewählt werden. Hier wird jeweils ein Dateimanager geöffnet, in dem mit dem Universaldrehknopf der Speicherort festgelegt wird.

Um Geräteeinstellungen zu im- oder exportieren, muss ein USB Stick angeschlossen sein, ansonsten ist das Menü nicht auswählbar.

Durch Druck auf die Taste IMPORT/EXPORT wird gemäß der Voreinstellung die gewählte Einstellungsdatei kopiert. Bei zwei angeschlossenen USB-Sticks (vorne und hinten) funktioniert dies auch zwischen diesen beiden.

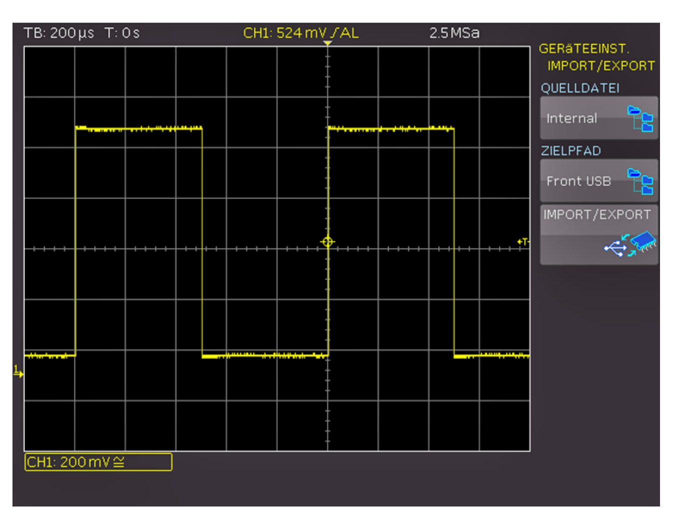


Abb. 10.4: Import/Export Menü für Geräteeinstellungen

Zusätzlich bietet der Menüpunkt STANDARDEINST. die Möglichkeit, die werksseitig vorgegebenen Standardeinstellungen zu laden.

10.2 Referenzen

Referenzen sind Datensätze, die aus den Einstellungsinformationen und den AD-Wandlerdaten bestehen. Diese können sowohl intern als auch extern abgespeichert und zurückgeladen werden. Das Zurückladen erfolgt in einen der maximal 4 Referenzspeicher (RE1 bis RE4), welche auch angezeigt werden können. Das Hauptmerkmal von Referenzen ist, dass beim Speichern und Rückladen alle Informationen (wie vertikale Verstärkung, Zeitbasiseinstellungen etc. und die AD-Wandlerdaten) mit übertragen werden und damit das Ursprungssignal mit seinen Werten verglichen werden kann.

Im Softmenü REFERENZEN können Referenzen nur im- oder exportiert werden (IMPORT/EXPORT). Damit ist das Übertragen von Referenzen auf andere Geräte möglich. Hier erscheint das Standardmenü des Dateimanagers, in welchem zwischen dem internen Speicher und externen USB-Sticks Referenzen kopieren werden können (Beschreibung siehe Kap. 10.1).

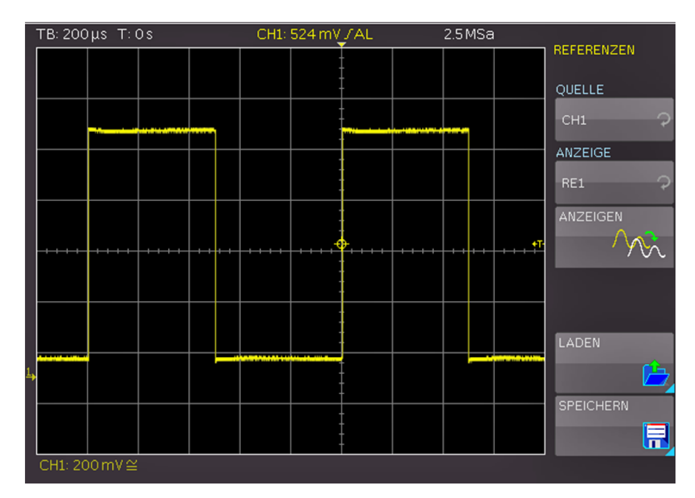


Abb. 10.5: Referenzen laden und speichern

Für das Speichern und Laden von Referenzen gibt es ein eigenes Menü. Mit dem Druck auf die REF/BUS-Taste im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes öffnet sich ein Kurzmenü. Die unterste Menütaste ist unterteilt in RE (Referenz) und BU (Bus). Die jeweils aktive Einstellung ist weiß unterlegt. Mittels der Softmenü-Taste RE können die vier möglichen Referenzkurven „RE1…RE4" eingeschaltet werden. Dies erfolgt durch Drücken der entsprechenden Softmenü-Taste. Die gewählte Referenz wird angezeigt und im Kurzmenü markiert. Ist der Referenzspeicher leer, öffnet sich ein Dateidialog, um eine Referenzkurve vom internen Speicher zu laden. Das Speicher- und Lademenü wird durch Drücken der MENU-Taste im Bereich VERTICAL des Bedienfeldes geöffnet.

Mit dem obersten Softmenü QUELLE kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die Quelle für die zu speichernde Referenz ausgewählt werden. Auswählbar sind die eingeschalteten Kanäle und Mathematikkurven. Der Druck auf die Softmenü-Taste ANZEIGEN stellt die gewählte Referenzkurve dar bzw. aktualisiert die bestehende Referenzkurve.

Um eine Referenz von einem USB Stick oder aus dem internen Speicher zu laden, wird das Softmenü LADEN geöffnet. Das Softmenü LADEN zeigt nun ein Fenster mit den intern abgespeicherten Referenzen. Die gewünschte Zielreferenzkurve wird im obersten Menüpunkt sowie nach Druck auf LADEN im Dateimanager die gewünschte Datei ausgewählt. Endgültig geladen und angezeigt wird die Referenz nach dem erneuten Druck auf LADEN im Dateimanagermenü. Um eine Referenz abzuspeichern, wird die Taste SPEICHERN betätigt, die gewählte Quelle und der gewählte Speicherort sowie der vergebene Dateiname kontrolliert und die Kurve durch Drücken der Softmenü-Taste SPEICHERN (mit dem Diskettensymbol) gespeichert. Der DATEINAME kann an die jeweilige Einstellung angepasst bzw. verändert werden (REF ist die Standardbezeichnung). Über die Softmenü-Taste KOMMENTAR kann ein Kommen-

tar eingegeben werden, der in der Fußzeile des Dateimanagers erscheint, wenn eine Datei ausgewählt wurde.

10.3 Kurven

Neben Referenzen können auch nur die AD-Wandlerdaten abgespeichert werden. Es werden max. 24000 Messwerte (erweiterter Anzeigespeicher) auf einen USB Stick übertragen. Kurven können nur auf extern angeschlossene USB-Sticks (nicht intern) abgespeichert werden.

Mit dem Softmenü SPEICHERORT kann der USB-Anschluss an der Front- oder an der Rückseite des Gerätes

Die max. 24000 Messwertpunkte können nur bei der Einstellung max. Abtastrate ausgelesen werden (ACQUIRE Menü). Bei der Einstellung AUTOMATIK (Wiederholrate) ist die max. Anzahl der Messwertpunkte auf 6000 begrenzt (Standardeinstellung).

als Speicherort genutzt werden. Die Auswahl des jeweiligen Speicherortes ist möglich, wenn ein USB-Stick erkannt wurde. Bei einem angeschlossen USB Stick können zusätzlich Verzeichnisse gewechselt, erstellt oder gelöscht werden. Mittels der Softmenü-Taste SORTIERUNG können mehrere Einstellungsdateien nach Name, Typ, Größe oder Datum sortiert werden. Die Wahl des Zielverzeichnisses wird mit VERZ. ANNEHMEN bestätigt und kehrt automatisch wieder in das Kurven-Hauptmenü zurück.

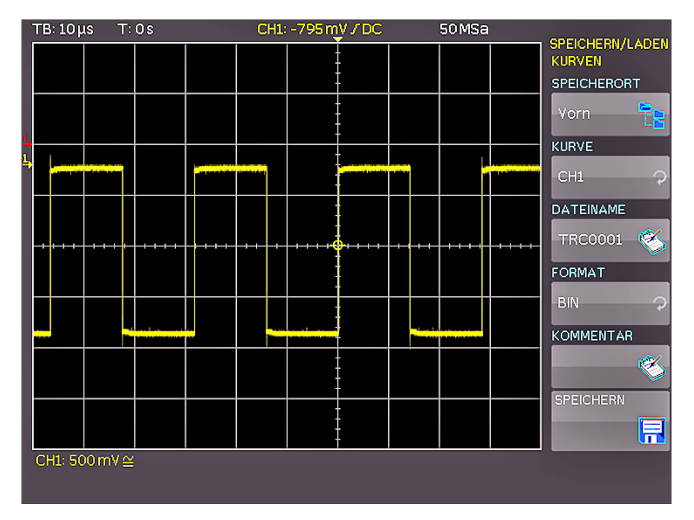


Abb. 10.6: Menü zum Abspeichern von Kurven

Das Softmenü KURVE ermöglicht die Auswahl eines Kanals mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich, der als Kurve abgespeichert werden soll. Es können nur die Kanäle ausgewählt werden, die auch mit den Kanaltasten aktiviert wurden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit alle sichtbaren Kanäle gleichzeitig abzuspeichern. Die Softmenü-Taste DATEINAME öffnet das Nameneingabemenü, in dem mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ein Name eingegeben und mit ANNEHMEN bestätigt werden kann (TRC ist die Standardbezeichnung). Automatisch erscheint wieder das Kurven-Hauptmenü.

Mit der Softmenü-Taste FORMAT öffnet sich ein Auswahlfenster zur Festlegung des Dateiformates. Die Auswahl eines Formates erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich. Folgende Formate können ausgewählt werden:

- **BIN:** In einer Binärdatei kann jeder beliebige Bytewert vorkommen. Die aufgenommenen Kurvendaten werden ohne Zeitbezug abgespeichert.
- **CSV** (Comma Separated Values): In CSV Dateien werden die Kurvendaten in Tabellenform abgespeichert. Die unterschiedlichen Tabellenzeilen sind durch ein Komma voneinander getrennt.

Wenn im ACQUIRE Menü als WIEDERHOLRATE „Max. Abtastrate“ aktiviert wurde, werden beim CSV Export zwei Zeilen mit einem Zeitstempel ausgegeben, da diesem Zeitwert ein Mininmal- und ein Maximalwert zugeordnet werden muss. Um einen Amplitudenwert pro Zeitstempel zu erhalten, wird im ACQUIRE Menü als WIEDERHOLRATE „Automatik“ aktiviert.

Beispiel: Kurve mit allen sichtbaren Kanälen
[s],CH1[V],CH2[V],CH3[V],CH4[V]
-4.99500E-07,-2.601E-03,2.566E-02,-1.003E-04,1.139E-04
-4.99000E-07,-6.012E-04,-5.434E-02,-1.003E-04,-8.611E-05
-4.98500E-07,-6.012E-04,-5.434E-02,9.973E-05,-8.611E-05
-4.98000E-07,1.399E-03,-5.434E-02,2.997E-04,-8.611E-05

- **TXT:** TXT-Dateien sind ASCII-Dateien, die nur Amplitudenwerte (keine Zeitwerte) enthalten. Die Amplitudenwerte werden durch ein Komma getrennt. Die Wertepaare sind als Einzelwerte ohne Identifikation aufgelistet.
  Beispiel:
  1.000E-02,1.000E-02,1.000E-02,1.000E-02,3.000E-02
- **HRT** (HAMEG Reference Time): Dateien mit dieser Endung sind Referenzkurven des Zeitbereichs. Wird die dargestellte Kurve in diesem Format gespeichert, so kann diese im Referenzenmenü verwendet werden. Mit dem HRT-Format können auch Dateien erzeugt werden, die über das Referenzmenü zurück in das Oszilloskop geladen werden können.

Sind alle Eingaben getätigt, wird nach dem Drücken der Menütaste SPEICHERN die gewählte(n) Kurve(n) entsprechend den Einstellungen abgespeichert.

Bitte beachten Sie: Beim Auslesen des gesamten Erfassungsspeichers mit der Taste ACQUIRE muss die Wiederholrate auf maximale Abtastrate eingestellt werden. Der gesamte Erfassungsspeicher kann nur im STOP Modus ausgelesen werden.

10.4 Bildschirmfoto

Die wichtigste Form des Abspeicherns im Sinne der Dokumentation ist das Bildschirmfoto. Ein Bildschirmfoto ist eine Bilddatei, in der die, zum Zeitpunkt des Abspeicherns, aktuellen Bildschirminhalte zu sehen sind.

Mit dem Softmenü SPEICHERORT kann der USB-Anschluss an der Front- oder an der Rückseite des Gerätes als Speicherort genutzt werden. Die Auswahl des jeweiligen Speicherortes ist möglich, wenn ein USB-Stick erkannt wurde. Bei einem angeschlossen USB Stick können zusätzlich Verzeichnisse gewechselt, erstellt oder gelöscht werden. Mittels der Softmenü-Taste SORTIERUNG können

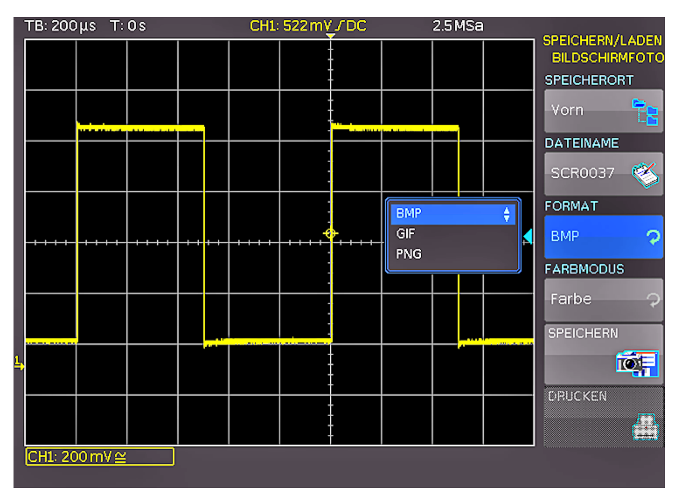


Abb. 10.7: Bildschirmfoto-Menü

mehrere Einstellungsdateien nach Name, Typ, Größe oder Datum sortiert werden. Die Wahl des Zielverzeichnisses wird mit VERZ. ANNEHMEN bestätigt und kehrt automatisch wieder in das Bildschirmfoto-Hauptmenü zurück.

Die Softmenü-Taste DATEINAME öffnet das Nameneingabemenü, in dem mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ein Name eingegeben und mit ANNEHMEN bestätigt werden kann (SCR ist die Standardbezeichnung). Automatisch erscheint wieder das Bildschirmfoto-Hauptmenü.

Das Dateiformat einer Grafikdatei bestimmt die Farbtiefe und die Art der Komprimierung. Die Qualität der Formate unterscheidet sich bei den Grafiken des Oszilloskops nicht.

Folgende Dateiformate stehen unter dem Softmenü FORMAT zur Auswahl:

- BMP = Windows Bitmap Format
- GIF = Graphics Interchange Format
- PNG = Portable Network Graphic

Mit der Softmenü-Taste FARBMODUS kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich zwischen GRAUSTUFEN, FARBE oder INVERTIERT gewählt werden. Bei GRAUSTUFEN werden die Farben beim Abspeichern in Graustufen gewandelt, bei FARBE erfolgt das Abspeichern wie auf dem Bildschirm und bei INVERTIERT erfolgt ein Abspeichern in Farbe, aber mit weißem Hintergrund.

Um beim Farbmodus INVERTIERT Ausdrucke mit guten Kontrasten zu erhalten, sollte die Kurvenintensität (INTENS/PERSIST und Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich) auf etwa 70% eingestellt werden.

Der Druck auf die Taste SPEICHERN löst eine sofortige Speicherung des aktuellen Bildschirms an den eingestellten Speicherort, mit dem eingestellten Namen und dem eingestellten Format aus.

Die Softmenü-Taste DRUCKEN bietet die Möglichkeit, einen Bildschirmausdruck sofort auf einem angeschlossenen Drucker auszugeben (z.B. PCL oder PCLX als „Druckersprache"). Wird ein Drucker erkannt, ist die Softmenü-Taste DRUCKEN nicht mehr ausgegraut.

Die kostenlose Software HMScreenshot (Softwaremodul der HMExplorer Software) ermöglicht es, über eine Schnittstelle Bildschirmausdrucke im Bitmap, GIF oder PNG Format von einem Oszilloskop der HMO Serie auf einen angeschlossenen PC zu transferieren und dort abzuspeichern bzw. auszudrucken. Weitere Hinweise zur Software finden Sie in der internen HMExplorer-Hilfe auf www.hameg.com.

Durch Drücken der RUN/STOP-Taste sollte vor dem Drucken die Erfassung gestoppt werden, damit ein korrekter Ausdruck erfolgt.

10.5 Formelsätze

Im Softmenü FORMELSÄTZE können Formelsätze importiert oder exportiert werden. Damit ist der Austausch zwischen von Dateien zwischen unterschiedlichen Speichermedien (interner Speicher / externe USB Sticks) möglich. Die Vorgehensweise dazu wurde in Kapitel 9.1.2 bereits beschrieben.

10.6 Definition der FILE/PRINT-Taste

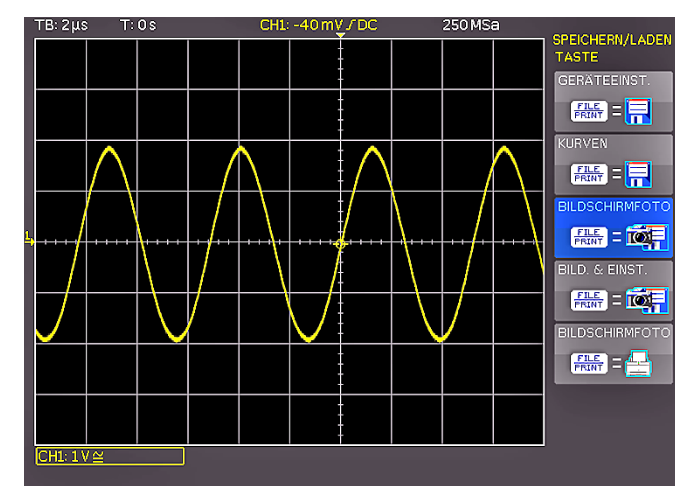


Abb. 10.8: Definition der FILE/PRINT-Taste

Die FILE/PRINT-Taste im GENERAL Bedienfeld ermöglicht es, mit einem Tastendruck Geräteeinstellungen, Kurven, Bildschirmfotos, sowie Bildschirmfotos und Einstellungen gemeinsam abzuspeichern. Dazu müssen zunächst, wie in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben, die entsprechenden Einstellungen zu Speicherort, Name etc. eingegeben werden. Mit der Softmenü-Taste FILE/PRINT im SAVE/RECALL-Hauptmenü öffnet das Einstellungsmenü der FILE/PRINT-Taste.

Zur Auswahl stehen folgende Aktionen:

- GERÄTEEINST: speichert Einstellungen ab
- KURVEN: speichert Kurven ab
- BILDSCHIRMFOTO: speichert Bildschirmfotos ab
- BILD & EINST.: speichert Bildschirmfoto und Einstellungen ab

- DRUCKEN: druckt direkt auf eine kompatiblen Drucker (Postscript, einige PCL und PCLX fähige Drucker)

Nach Aktivierung der gewünschten Aktion durch Druck der entsprechenden Softmenü-Taste wird dieses Menü blau unterlegt. Mit der MENU OFF-Taste wird das Auswahlmenü verlassen. Wird die FILE/PRINT-Taste nun gedrückt, wird die gewählte Funktion ausgeführt.

11 Komponenten-tester

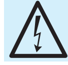
11.1 Allgemeines

Die Oszilloskope HMO72x...202x verfügen über einen eingebauten Komponententester, der durch Drücken der XY/CT-Taste eingeschaltet werden kann. In dem sich öffnenden Menü kann mit der obersten Softmenü-Taste der Komponententester aktiviert werden.

Wie im Abschnitt SICHERHEIT beschrieben, sind alle Messanschlüsse (bei einwandfreiem Betrieb) mit dem Netzschutzleiter verbunden, also auch die COMP. TESTER-Buchsen. Für den Test von Einzelbauteilen (nicht in Geräten bzw. Schaltungen befindlich) ist dies ohne Belang, da diese Bauteile nicht mit dem Netzschutzleiter verbunden sein können.

Der zweipolige Anschluss des zu prüfenden Bauelementes erfolgt über die zugeordneten Buchsen (unter dem Bildschirm). Es dürfen Signalspannungen an den Front-BNC-Buchsen der Kanäle weiter anliegen, wenn einzelne nicht in Schaltungen befindliche Bauteile (Einzelbauteile) getestet werden. Nur in diesem Fall müssen die Zuleitungen zu den BNC-Buchsen nicht gelöst werden (siehe im folgenden Absatz „Tests direkt in der Schaltung"). Für die Verbindung des Testobjekts mit den Komponenten-Tester-Buchsen sind zwei einfache Messkabel mit 4mm-Bananensteckern erforderlich. Nach beendetem Test kann durch Drücken der untersten Softmenü-Taste der CT Modus verlassen werden und der Oszilloskop-Betrieb fortgesetzt werden.

Sollen Bauteile getestet werden, die sich in Testschaltungen bzw. Geräten befinden, müssen die Schaltungen bzw. Geräte unter allen Umständen vorher stromlos gemacht werden. Soweit Netzbetrieb vorliegt ist auch der Netzstecker des Testobjektes zu ziehen. Damit wird sichergestellt, dass eine Verbindung zwischen Oszilloskop und Testobjekt über den Schutzleiter vermieden wird. Sie hätte falsche Testergebnisse zur Folge.



Nur entladene Kondensatoren dürfen getestet werden!

Das Testprinzip beruht auf einem integrierten Sinusgenerator welcher ein Signal mit max. 10 V Amplitude und einer Frequenz von 50 Hz oder 200 Hz (±10%) bereitstellt. Sie speist eine Reihenschaltung aus Prüfobjekt und eingebautem Widerstand.

Ist das Prüfobjekt eine reelle Größe (z.B. ein Widerstand), sind beide Spannungen phasengleich. Auf dem Bildschirm wird ein mehr oder weniger schräger Strich dargestellt. Ist das Prüfobjekt kurzgeschlossen, steht der Strich senkrecht. Bei Unterbrechung oder ohne Prüfobjekt zeigt sich

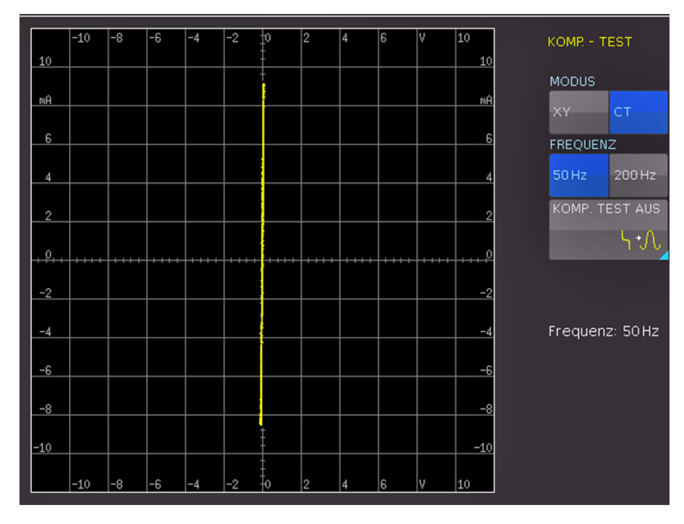


Abb. 11.1: Komponententester bei Kurzschluss

eine waagerechte Linie. Die Schrägstellung des Striches ist ein Maß für den Widerstandswert. Damit lassen sich ohmsche Widerstände zwischen Ω und kΩ testen.

Kondensatoren und Induktivitäten (Spulen, Drosseln, Trafowicklungen) bewirken eine Phasendifferenz zwischen Strom und Spannung. Das ergibt ellipsenförmige Bilder. Lage und Öffnungsweite der Ellipse sind kennzeichnend für den Scheinwiderstandswert bei einer Frequenz von 50 Hz (bzw. 200 Hz). Kondensatoren werden im Bereich µF bis mF angezeigt.

- Eine Ellipse mit horizontaler Längsachse bedeutet hohe Impedanz (kleine Kapazität oder große Induktivität).
- Eine Ellipse mit vertikaler Längsachse bedeutet niedrige Impedanz (große Kapazität oder kleine Induktivität).
- Eine Ellipse in Schräglage bedeutet einen relativ großen Verlustwiderstand in Reihe mit dem Blindwiderstand.

Bei Halbleitern erkennt man die spannungsabhängigen Kennlinienknicke beim Übergang vom leitenden in den nichtleitenden Zustand. Soweit das spannungsmäßig möglich ist, werden Vorwärts- und Rückwärts-Charakteristik dargestellt (z.B. bei einer Z-Diode unter ca. 9 V). Es handelt sich immer um eine Zweipol-Prüfung; deshalb kann z.B. die Verstärkung eines Transistors nicht getestet werden, wohl aber die einzelnen Übergänge B-C, B-E, C-E. Da der Teststrom nur einige mA beträgt, können die einzelnen Zonen fast aller Halbleiter zerstörungsfrei geprüft werden. Eine Bestimmung von Halbleiter-Durchbruch- und Sperrspannung > ca. 9 V ist nicht möglich. Das ist im Allgemeinen kein Nachteil, da im Fehlerfall in der Schaltung sowieso grobe Abweichungen auftreten, die eindeutige Hinweise auf das fehlerhafte Bauelement geben. Recht genaue Ergebnisse erhält man beim Vergleich mit sicher funktionsfähigen Bauelementen des gleichen Typs und Wertes. Dies gilt insbesondere für Halbleiter. Man kann damit z.B. den kathodenseitigen Anschluss einer Diode oder Z-Diode mit unkenntlicher Bedruckung, die Unterscheidung eines p-n-p-Transistors vom komplementären n-p-n-Typ oder die richtige Gehäuseanschlussfolge B-C-E eines unbekannten Transistortyps schnell ermitteln. Zu beachten ist hier der Hinweis, dass die Anschlussumpolung eines Halbleiters (Vertauschen von COMP. TESTER-Buchse mit Masse-Buchse) eine 0 Drehung des Testbilds um 180° um den Rastermittelpunkt des Bildschirms bewirkt. Wichtiger noch ist die einfache Gut-/Schlecht-Aussage über Bauteile mit Unterbrechung oder Kurzschluss, die im Service-Betrieb erfahrungsgemäß am häufigsten benötigt wird.

Bei einzelnen MOS-Bauelementen muss in Bezug auf statische Aufladung oder Reibungselektrizität entsprechend sorgsam gearbeitet werden.

11.2 Tests direkt in der Schaltung

Sie sind in vielen Fällen möglich, aber nicht so eindeutig. Durch Parallelschaltung reeller und/oder komplexer Größen – besonders wenn diese bei einer Frequenz von 50 Hz/ 200 Hz relativ niederohmig sind – ergeben sich meistens große Unterschiede gegenüber Einzelbauteilen. Hat man oft mit Schaltungen gleicher Art zu arbeiten (Service), dann hilft auch hier ein Vergleich mit einer funktionsfähigen Schaltung. Dies geht sogar besonders schnell, weil die Vergleichsschaltung gar nicht unter Strom gesetzt werden muss (und darf!). Mit den Testkabeln sind einfach die identischen Messpunktpaare nacheinander abzutasten und die Schirmbilder zu vergleichen. Unter Umständen enthält die Testschaltung selbst schon die Vergleichsschaltung, z.B. bei Stereo-Kanälen, Gegentaktbetrieb, symmetrischen Brückenschaltungen. In Zweifelsfällen kann ein Bauteilanschluss einseitig abgelötet werden. Genau dieser Anschluss sollte dann mit der COMP. TESTER-Prüfbuchse ohne Massezeichen verbunden werden, weil sich damit die Brummeinstreuung verringert. Die COMP. TESTER-Prüfbuchse mit Massezeichen liegt an Oszilloskop-Masse und ist deshalb brummunempfindlich.

12 Mixed-Signal-Betrieb

Alle Geräte der HMO72x...202x Serie sind standardmäßig mit den Anschlüssen für einen Logiktastkopf HO3508 ausgerüstet, um 8 digitale Logikeingänge hinzuzufügen. Sämtliche Software zur Unterstützung des Mixed-Signal-Betriebes ist bereits in der Firmware jedes HMO enthalten, lediglich der aktive Logiktastkopf HO3508 (8 Kanäle) muss erworben und angeschlossen werden.

Bei den Vierkanal HMOs wird bei Aktivierung des Pod mit 8 digitalen Eingängen der analoge Kanal 3 deaktiviert. Es sind somit die Konfiguration 3 analoge Kanäle plus 8 Logikeingänge (Kanal 1, 2, und 4 sowie Pod) im Mixed-Signal-Betrieb möglich.

12.1 Logiktrigger für digitale Eingänge

Der Logiktrigger ist auch für die Eingänge des Logiktastkopfes in Kapitel 6.5 beschrieben.

12.2 Anzeigefunktionen für die Logikkanäle

Die Umschaltung von einem Analogkanal auf einen Logikeingang erfolgt bei den Vierkanal HMO im Kurzmenü der Kanaleinstellung. Wenn der Kanal 3 aktiviert ist und dessen Kurzmenü angezeigt wird, ist neben der untersten Soft-

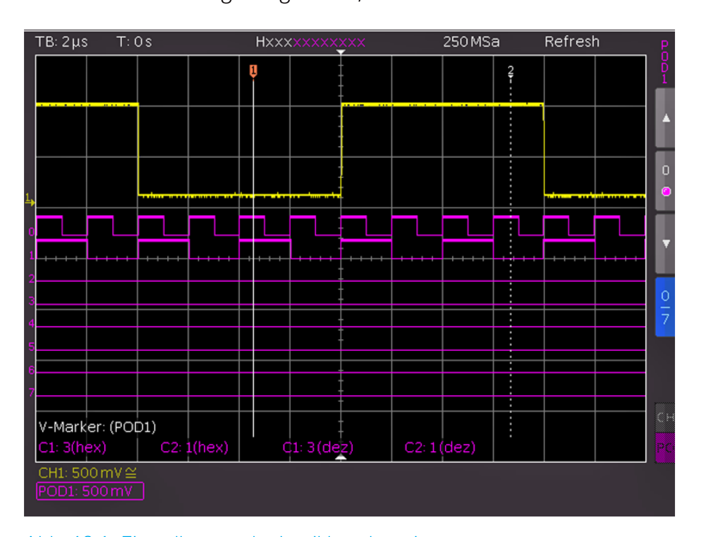


Abb. 12.1: Einstellungen der Logikkanalanzeige

menü-Taste mit PO mit der Kanalfarbe unterlegt. Um die digitalen Kanäle einzuschalten, drücken Sie diese Softmenü-Taste. Jetzt werden die digitalen Kanäle 0 bis 7 angezeigt und das Kurzmenü ändert sich so, dass sich nun wichtige Einstellungen der einzelnen Kanäle vornehmen lassen. Mit der untersten Softmenü-Taste kehren Sie zum analogen Kanal zurück. Beim Zweikanal HMO werden die Logikkanäle durch drücken der Taste POD aktiviert.
Eine logische Eins wird bei den Logikkanälen mit einem zwei Pixel breiten Strich angezeigt, eine logische Null mit einer Pixelbreite. Der eingestellte Logikpegel und die aktuelle Abtastrate der Logikeingänge wird neben dem POD Namen im Informationsfeld links unten im Display angezeigt.

Grundsätzlich muss die Schwelle eingestellt werden, die der Unterscheidung zwischen High und Low dient. Bei aktiviertem POD wird durch Drücken der MENU-Taste [21] im VERTICAL Bereich des Bedienfeldes das Menü zur Einstellung des Schwellwertes zur Unterscheidung der logischen Zustände angezeigt. Dabei kann für jeden POD eine von fünf voreingestellten Logikpegeleinstellungen aktiviert werden (TTL, CMOS, ECL), zwei davon sind wiederum benutzerdefiniert einstellbar (NUTZER 1, NUTZER 2).

Die Y-Position und Größe der Logikkanaldarstellung lässt sich nun, wie von den analogen Kanälen gewohnt, mit den Knöpfen Y-POSITION [18] und VOLTS/DIV [20] einstellen (wenn die Softmenü-Taste 0/7 gewählt, also blau hinterlegt ist). Wenn weniger als 8 Logikkanäle angezeigt werden sollen oder die Position und Größe einzelner Logikkanäle geändert werden sollen, so können diese Einstellungen über das Kurzmenü in Verbindung mit den Softmenü-Tasten (Kanal 0 bis 7) und den Knöpfen der Y-POSITION [18] und VOLTS/DIV [20] vorgenommen werden. Die Kanalauswahl kann mit den ▲ und ▼ Softmenü-Tasten vorgenommen werden. Somit lassen sich alle einzelnen Kanäle individuell vergrößern und positionieren.

Auf Seite 2|2 des POD-Menüs kann die Position und Größe der einzelnen Logikkanäle zurückgesetzt werden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, mit dem Softmenü NAME die einzelnen Bits des Logikkanals zu beschriften. Die Vorgehensweise der Namensvergabe ist identisch zu Kapitel 4.6. Der Name der einzelnen Bits D0 bis D7 wird mit NAME An/Aus an- bzw. ausgeschaltet und erscheint rechts neben den Logikkanälen.
Es gibt weiterhin die Möglichkeit, digitale Kanäle zu Bussen zusammenzufassen, die dann als Waben auf dem Bildschirm dargestellt werden. Grundsätzlich sind zwei unabhängige Busse möglich. So lassen sich z.B. ein 8 Bit Adress- und 8 Bit Datenbus jeweils zusammenfassen. Um die Einstellungen für die Busse vorzunehmen, wird die REF/BUS-Taste gefolgt von der MENU-Taste im VERTICAL-Bereich des Bedienfeldes gedrückt.

In dem sich öffnenden Menü kann mit der obersten Softmenü-Taste BUS ausgewählt werden, welcher BUS definiert werden soll, B1 oder B2. Der jeweils aktive BUS ist blau hinterlegt.

Mit der Softmenü-Taste BUS TYP kann der BUS Typ für die Darstellung und Analyse festgelegt werden. Der BUS Typ kennzeichnet den Aufbau des Busses und unterscheidet sich durch die Gleiderung in Seriell/Parallel oder durch die Anzahl der Daten und Taktleitungen. Mit dem Universaldrehgeber kann der jeweilige BUS Typ PARALLEL oder PARALLEL + TAKT ausgewählt werden. Unter KONFIGURATION können die Quellen und der Aufbau des Busses festgelegt werden. Der Inhalt des Menüs ist auf den ausge-

wählten BUS Typ abgestimmt. Durch Drücken der obersten Softmenü-Taste BUSBREITE kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld die gewünschte Busbreite von 1-16 Bit eingestellt werden. Das Fenster mit der Zuordnungstabelle der einzelnen Bits wird dynamisch an die Wahl angepasst. Jedes Bit des dargestellten Busses hat eine Quelle. Diese Quelle bezieht sich auf die einzelnen Bits des POD. Anhand des Messaufbaus können die Quellen mittels der Softmenü-Taste QUELLE und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld zugeordnet werden.

Mit den Softmenü-Tasten NACHST./VORH. BIT kann die Position des Auswahlbalkens für die Quelle der einzelnen Bits verschoben werden. Das momentan ausgewählte Bit ist mit einem blauen Balken hinterlegt. Auf der linken Seite der Tabelle stehen in fester Reihenfolge die Bits, oben beginnend mit D0 (= LSB). Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld kann nun dem gewählten BUS Bit ein realer Logikkanal zugeordnet werden. Bei der Zuordnung ist man völlig frei, es können auch teilweise identische Logikkanäle in den beiden möglichen Bussen verwendet werden.

Wird als BUS TYP PARALLEL + TAKT gewählt, kann zusätzlich mit der untersten Softmenü-Taste STEUERLEIT. die Quellen für CHIP SELECT und den TAKT mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld ausgewählt werden. Die Softmenü-Taste AKTIV legt fest, ob das Chip-Select-Signal High oder Low-Aktiv ist.

Die Softmenü-Taste FLANKE schaltet zwischen steigender, fallender und beider Flanken. Die jeweils aktive Auswahl ist blau hinterlegt und wird im Bit-Quelle Fenster hinter der Bezeichnung Clk aufgeführt. Mit der MENU OFF-Taste gelangt man wieder in das BUS-Hauptmenü zurück.

Das Softmenü ANZEIGE öffnet ein Menü für die Einstellungen der Darstellungsform und -umfang. In dem sich öffnenden Untermenü kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienfeld das Format zur Dekodierung der Buswerte gewählt werden.

Zur Auswahl stehen folgende Formate:
- Binär
- Hexadezimal
- Dezimal
- ASCII

Die dekodierten Werte werden in den Waben der Busse im jeweiligen Format dargestellt. Mit der darunterliegenden Softmenü-Taste BITS kann zusätzlich zur Wabendarstellung die einzelnen Bits des Busses ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Ist ein BUS aktiviert, so wird dies durch einen weißen Punkt im Kurzmenü anzeigt. Die Position oder Größe eines Busses kann nun mit dem Positionsdrehknopf (Position der Busanzeige auf dem Bildschirm) bzw. mit dem VOLT/DIV-Drehknopf (Größe der Wabenanzeige) eingestellt werden. Dies kann insbesondere bei der binären Darstellung hilfreich sein, da hier auch bei kurzen Zustandswaben der komplette Wert über bis zu vier Zeilen angezeigt werden kann.

12.3 Cursormessungen für Logikkanäle

Wenn die Logikkanäle aktiviert sind, lassen sich mit den Cursormessungen einige Parameter bestimmen. Für die gesamte Anzahl der eingeschalteten Logikkanäle eines POD’s lassen sich die Messarten ZEIT, VERHÄLTNIS X sowie die V-MARKER auswählen. Folgende Ergebnisse folgen daraus für die Logikkanäle:

Folgende Ergebnisse folgen daraus für die Logikkanäle:
- **ZEIT:**
  Es wird die zeitliche Position beider Cursors zum Triggerzeitpunkt, die zeitliche Differenz beider Positionen, sowie die daraus resultierende Frequenz angezeigt.
- **VERHÄLTNIS X:**
  In dieser Messart wird mit drei Cursors ein zeitliches Verhältnis zwischen den ersten beiden und dem ersten und dritten Cursor angezeigt. Die Anzeige erfolgt als Gleitkommawert, in Prozent, in Grad und in Bogenmaß.
- **V-MARKER:**
  Bei den Logikkanälen werden bei dieser Messart der logische Wert des ausgewählten POD’s in Hexadezimal- und in Dezimalwerten am jeweiligen Cursor gemessen und dargestellt.

12.4. Automessungen für Logikkanäle

Wenn die Logikkanäle aktiviert sind, lassen sich mit den Automessungen einige Parameter bestimmen. Für die gesamte Anzahl der eingeschalteten Logikkanäle eines POD’s lassen sich die Messarten FREQUENZ, PERIODE, PULSBREITE +/-, TASTVERHÄLTNIS +/-, VERZÖGERUNG, PHASE, BURSTBREITE, ZÄHLEN PULS +/- sowie ZÄHLEN FLANKE pos./neg., auswählen. Wie bei allen Automesswerten, kann auch hier auf Seite zwei die Statistik zu den Parametern eingeschaltet werden.

13 Serielle Busanalyse

13.1 Die Optionen HOO10, HOO11 und HOO12

Die Oszilloskope können mit drei Optionen zum Triggern und Dekodieren von seriellen Bussen ausgestattet werden.

Die Option HOO10 erlaubt die Triggerung und Dekodierung von I²C, SPI und UART/RS-232 Bussen auf den digitalen Kanälen (Option Logiktastkopf HO3508) und den analogen Eingängen. Mit dieser Option können zwei serielle Busse zeitsynchron dekodiert werden.

Die Option HOO11 erlaubt das Triggern und Dekodieren von I²C, SPI und UART/RS-232 Bussen nur auf analogen Eingängen und es ist nur ein serieller Bus zur einer Zeit dekodierbar.

Die Option HOO12 erlaubt die Triggerung und Dekodierung von CAN und LIN Bussen auf den digitalen Kanälen (Option Logiktastkopf HO3508) und den analogen Eingängen. Mit dieser Option können zwei serielle Busse zeitsynchron dekodiert werden.

Die Optionen werden über einen Softwarelizenzschlüssel freigeschaltet. Dieser wird entweder bei der Herstellung des Gerätes installiert oder bei einer Nachrüstung durch den Nutzer, wie in Kapitel 2.10 beschrieben, über einen USB Stick in das Gerät geladen.

Die Analyse von parallelen und seriellen Daten besteht aus drei wesentlichen Schritten:
- **Protokoll-Konfiguration:** BUS Typ / protokollspezifische Einstellungen
- **Dekodierung:** Anzeige der dekodierten Daten / Zoom / BUS-Tabelle
- **Trigger:** Start / Stopp / serielle Muster

Die serielle Busanalyse erfolgt mit 1/8 der Abtastrate.

13.2 Konfiguration serieller Busse

Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logikpegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 12.2) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

Für die Einstellungen der seriellen Trigger- und Dekodierfunktionen wird ein BUS definiert. Maximal können zwei Busse B1 und B2 definiert werden. Dazu wird die Taste BUS/REF im VERTICAL Bereich des Bedienfeldes gedrückt. In dem sich öffnenden Kurzmenü wird die unterste Softmenü-Taste BU (BUS) gedrückt. Anschließend wird mit der MENU-Taste im VERTICAL Bereich des Bedienfeldes und der obersten Softmenü-Taste der jeweilige BUS (B1 oder B2) definiert. Mittels der Softmenü-Taste BUS TYP und den installierten Optionen HOO10/HOO11/HOO12 können folgende BUS Typen ausgewählt werden:

- Parallel — Standard
- Parallel + Takt — Standard
- SSPI (2 Draht) — HOO10/HOO11
- SPI (3 Draht) — HOO10/HOO11
- I²C — HOO10/HOO11
- UART — HOO10/HOO11
- CAN — HOO12
- LIN — HOO12

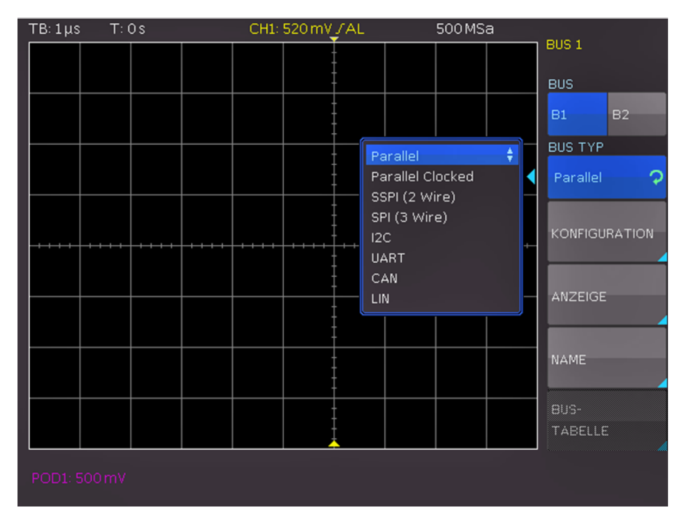


Abb. 13.1: Menü zum Definieren von Bussen

Mit der Softmenü-Taste KONFIGURATION wird ein vom gewählten Bustyp abhängiges Menü aufgerufen. Diese werden in den Kapiteln der jeweiligen BUS Konfiguration beschrieben. Das Softmenü ANZEIGE ist für alle Busse identisch und ermöglicht die Auswahl des Dekodierungsformats. Es stehen folgende Formate zur Auswahl:
- Binär
- Hexadezimal
- Dezimal
- ASCII

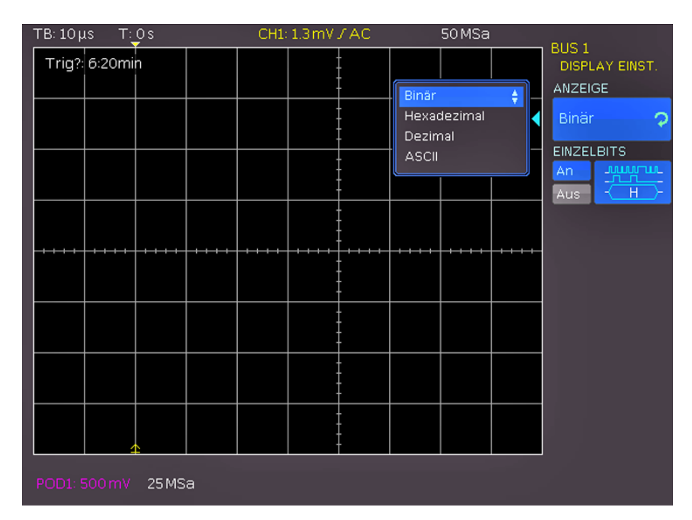


Abb. 13.2: Menü zur Auswahl des Dekodierformates

Mit der Softmenü-Taste BITS kann die Darstellung einzelner Bitleitungen (oberhalb der Wabendarstellung) an- oder ausgeschaltet werden.

Mit der Softmenü-Taste NAME kann ein Bus umbenannt werden (identisch zu Kapitel 4.6).

13.2.1 BUS-Tabelle

Das Softmenü BUS-TABELLE ermöglicht die Konfiguration bzw. das Exportieren einer Liste mit allen dekodierten Nachrichten im Speicher. Der Inhalt der Tabelle ist protokollspezifisch und die Anzeige der Tabelle kann für je-

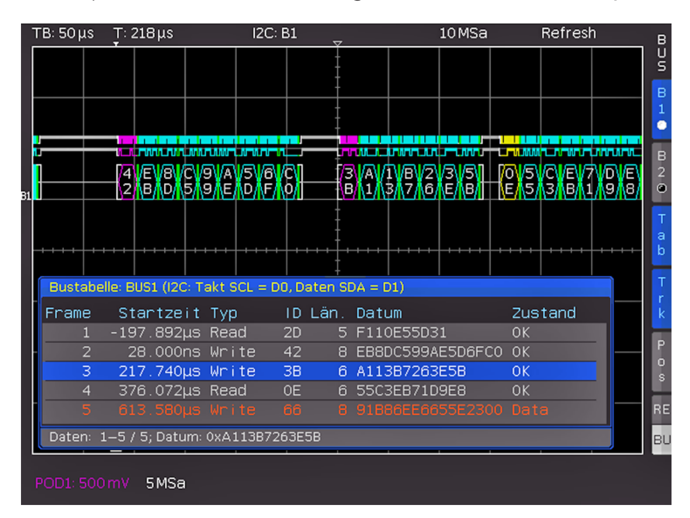


Abb. 13.3: Beispiel I²C BUS mit BUS-Tabelle

den individuellen BUS-Typ aktiviert werden. Die oberste Softmenü-Taste BUS-TABELLE aktiviert bzw. deaktiviert die Listendarstellung. In der Standardeinstellung erfolgt die Anzeige der Tabelle am unteren Rand des Bildschirmes. Grundsätzlich erfolgt die Darstellung einer kompletten Nachricht eines Protokolls in einer Zeile, in den Spalten sind je nach Protokoll die wichtigen Informationen, wie z.B. Adresse und Daten der jeweiligen Nachricht, aufgeführt. Die Anzahl der Zeilen in der Tabelle entspricht der Anzahl der kompletten Nachrichtentelegramme im Speicher. Die Dekodierungsergebnisse können als CSV-Datei mittels Softmenü-Taste SPEICHERN gespeichert werden (z.B. auf einem USB Stick).

Beispiel einer I²C BUS-Tabelle:

„Bustabelle: BUS1 (I²C: Takt SCL = D0, Daten SDA = D1)"
Frame,Mark,Startzeit[s],Typ,ID,Länge,Datum,Zustand
1,,-197.89200e-6,Read,0x2D,5,0xF110E55D31,OK
2,,28.00000e-9,Write,0x42,8,0xEB8DC599AE5D6FC0,OK
3,,217.74000e-6,Write,0x3B,6,0xA113B7263E5B,OK
4,,376.07200e-6,Read,0x0E,6,0x55C3EB71D9E8,OK
5,,613.58000e-6,Write,0x66,8,0x91B86EE6655E2300,Data Error

Die Softmenü-Taste FRAME FOLGEN dient dazu, beim Scrollen durch die BUS-Tabelle mit dem Universaldrehgeber gleichzeitig zur jeweiligen Position im Speicher zu springen und diese auf dem Bildschirm darzustellen. Dies funktioniert natürlich nur dann, wenn die Erfassung gestoppt ist. Im BUS Kurzmenü erfolgt dies zusätzlich mit der Softmenü-Taste Trk (= Track). Wird die Softmenü-Taste FRAME ZEIT-DIFFERENZ aktiviert (Taste blau hinterlegt), wird in der BUS-Tabelle die Zeitdifferenz zum vorherigen Frame (Datenpaket) angezeigt. Die Spalte wird in der Tabelle mit „Zeitdiff. " angezeigt. Ist diese Funktion deaktiviert, wird die absolute Zeit in Bezug auf den Triggerpunkt in der Spalte „Startzeit" angezeigt. Im BUS Kurzmenü kann mit der Softmenü-Taste TAB die BUS-Tabelle aktiviert bzw. deaktiviert werden, ohne ein Menü zu öffnen.

Mit dem Softmenüpunkt POSITION kann die Tabelle an den oberen / unteren Bildschirmrand verschoben werden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, die BUS-Tabelle als Vollbild anzuzeigen. Die Auswahl der Position erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich im BUS Menü oder direkt über die Softmenü-Taste Pos im BUS Kurzmenü.

Das Abspeichern einer BUS-Tabelle ist nur im STOP Modus möglich.

13.3 Parallel BUS

Die Serie HMO72x...202x kann bis zu 7 Bit-Leitungen analysieren. Die Anzahl der Bit-Leitungen wird mit der Softmenü-Taste BUSBREITE und dem Universaldrehgeber eingestellt. Mittels der Softmenü-Tasten VORH. BIT und NÄCHST. BIT (oder auch mit dem Universaldrehgeber) kann die Position des QUELLE Auswahlbalkens der einzelnen BUS Bits verschoben werden. Das momentan ausgewählte Bit ist mit einem blauen Balken hinterlegt. Um auf parallele Busse zu triggern, empfehlen wir den Logiktrigger (siehe Kap. 6.5).

13.4 I²C BUS

Der I²C Bus ist ein Zweidrahtbus, welcher von Philips (heute NXP Semiconductor) entwickelt wurde. Die Serie HMO unterstützt (bei Messungen ohne Messobjekt über BUS SIGNAL SOURCE) die Taktraten:

- 100 kBit/s (Standard Mode)
- 400 kBit/s (Fast Mode)
- 1000 kBit/s (Fast Mode Plus).

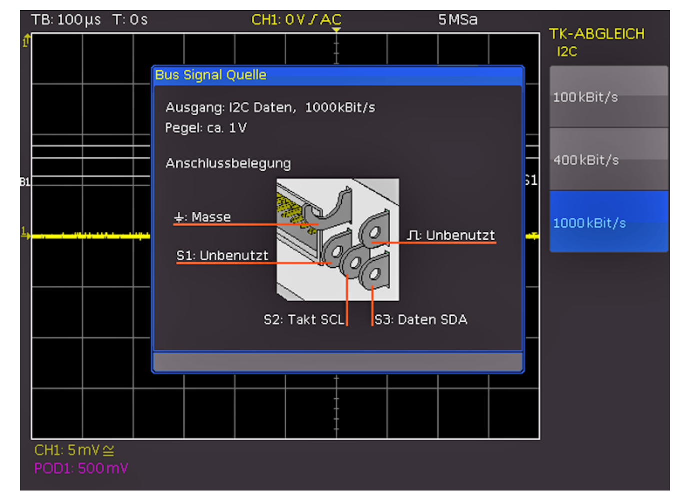


Abb. 13.4: I²C BUS Signalquelle

Die entsprechende Taktrate wird im SETUP Menü mittels dem Softmenü TK-ABGLEICH und BUS SIGNALQUELL (Seite 2|2) eingestellt.

Ein I^{2}C BUS besitzt folgende Eigenschaften:
- **Zweidrahtbus (2-wire):** Takt (SCL) und Daten (SDA)
- **Master-Slave Kommunikation:** der Master gibt den Takt vor und wählt den Slave
- **Addressierung:** jeder Slave ist durch eine eindeutige Adresse adressierbar; mehrere Slave's können miteinander verbunden und vom gleichen Master angesprochen werden
- **Lesen/Schreiben Bit:** Master wird Daten lesen (=1) oder schreiben (=0)
- **Acknowledge:** erfolgt nach jedem Byte

Das Format einer einfachen I^{2}C Nachricht (Frame) mit 7 Bit Adresslänge ist wie folgt aufgebaut:
- **Startbedingung:** fallende Flanke auf SDA (Serial Data), während SCL (Serial Clock) HIGH ist
- **7-Bit-Adresse:** Slave schreiben oder lesen
- **Lesen/Schreiben Bit (R/W):** gibt an, ob die Daten geschrieben oder aus dem Slave gelesen werden sollen
- **Acknowledge Bit (ACK):** wird durch den Empfänger des vorherigen Bytes ausgegeben, wenn die Übertragung erfolgreich war (Ausnahme: bei Lesezugriff beendet der Master die Datenübertragung mit einem NACK Bit nach dem letzten Byte)
- **Daten:** eine Reihe von Daten-Bytes mit einem ACK-Bit nach jedem Byte
- **Stoppbedingung:** steigende Flanke auf SDA (Serial Data), während SCL (Serial Clock) HIGH ist.

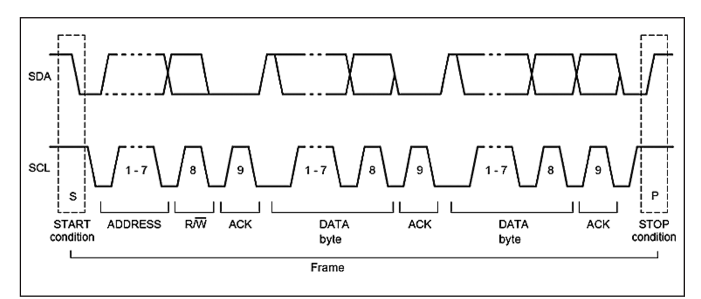


Abb. 13.5: I^{2}C 7-Bit-Adresse

13.4.1 I^{2}C BUS Konfiguration

Um den I^{2}C Bus zu dekodieren, wird bei der Buskonfiguration festgelegt, welcher Logikkanal an den Takt und welcher an die Datenleitung angeschlossen ist. Diese Einstellung erfolgt nach Auswahl des BUS TYP I^{2}C im BUS Menü und anschließendem Druck auf die Softmenü-Taste

Ist die Option HOO11 installiert, können nur analoge Kanäle als Quelle gewählt werden. Ist die Option HOO10 installiert, sind sowohl analoge als auch digitale Kanäle als Quelle verfügbar.

KONFIGURATION. In dem sich öffnenden Menü wählt man die oberste Softmenü-Taste TAKT SCL und mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich den Quellkanal. Die Zuweisung des Eingangskanals zu den Daten erfolgt analog nach Drücken der Softmenü-Taste DATEN SDA. Zur Kontrolle ist ein kleines Fenster mit den Information zu den aktuellen Einstellungen geöffnet. Zweimaliges Drücken der MENU OFF-Taste schließt alle Menüs.

Bestimmte Teile der I^{2}C Nachrichten werden farbig hervorgehoben, um diese einfach unterscheiden zu können. Wenn die Datenleitungen zusammen mit der Wabendarstellung gewählt ist, werden auch bei diesen Signalen die entsprechenden Bereiche farbig gekennzeichnt. Dies sind im folgenden:
- Leseadresse: Gelb
- Schreibadresse: Magenta
- Daten: Cyan
- Start: Weiß
- Stop: Weiß
- Kein Acknowledge: Rot
- Acknowledge: Grün

Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logikpegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 12.2) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolls auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

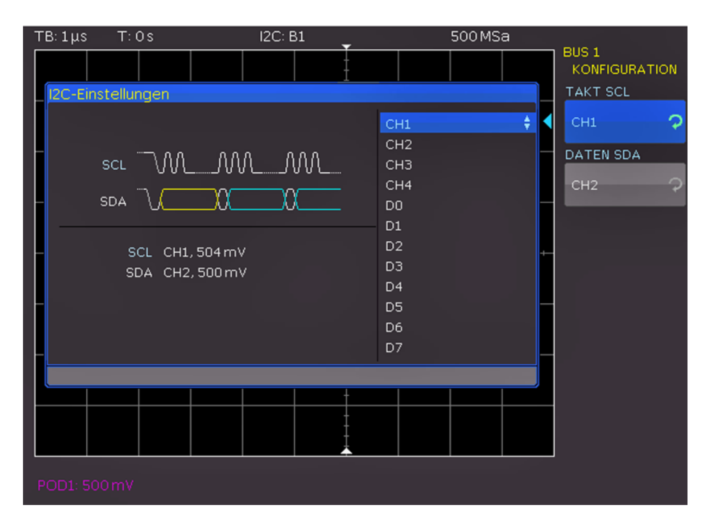


Abb. 13.6: Menü zum Definieren von I^{2}C Quellen

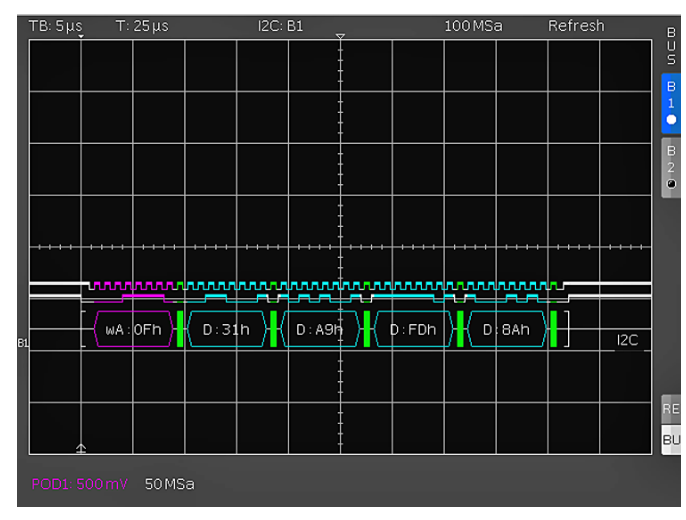


Abb. 13.7: Hexadezimal dekodierte I^{2}C Nachricht

13.4.2 I²C Bus Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste TYPE im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und

Die Dekodierung der Adresse erfolgt als 7 Bit Wert. Das 8. Bit zur Schreib-Leseunterscheidung wird in der Farbe dekodiert, nicht im HEX Wert der Adresse.

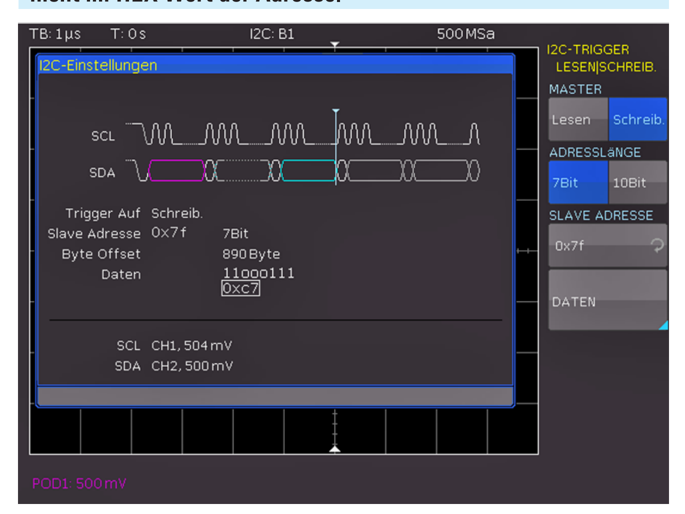


Abb. 13.8: I²C LESEN/SCHREIB Triggermenü

dort die Softmenü-Taste SERIELLE BUSSE gewählt. Anschließend wird die Taste SOURCE im Triggerbedienfeld gedrückt und I²C Bus ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste FILTER im Bereich TRIGGER des Bedienfeldes werden alle möglichen I²C Triggerbedingungen aufgeführt.

Man kann auf das START-Signal (das Startsignal ist eine fallende Flanke auf SDA, während SCL high ist), auf das STOPP-Signal (das Startsignal ist eine steigende Flanke auf SDA, während SCL high ist) von allen Nachrichten triggern, sowie auf einen NEUSTART (das Neustart-Signal ist ein wiederholtes Startsignal) oder auf eine NOT-ACKNOWLEDGE Bedingung. Das NOT-ACKNOWLEDGE-Bit ist das 9te Bit innerhalb einer Daten-oder Adresseinheit der SDA-Leitung. Bei einem NOT-ACKNOWLEDGE ist das Acknowledge-Bit auf SDA high, obwohl es low sein sollte. Die Softmenü-Taste LESEN/SCHREIB. bietet weitere Trigger-

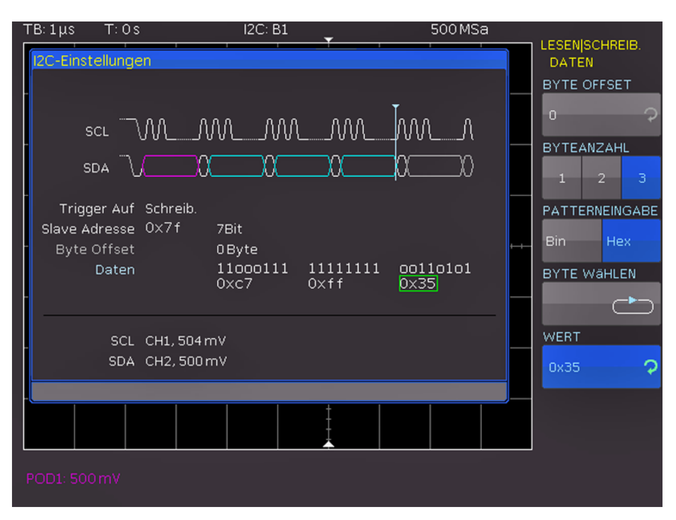


Abb. 13.9: I²C Daten Triggermenü

möglichkeiten. Mit der Softmenü-Taste MASTER kann die Triggerbedingung zwischen Lese- (Read) und Schreibzugriff (Write) des Masters umgeschaltet werden. Das 8te Bit der ersten Dateneinheit (je nach Adresslänge) dient zur Unterscheidung zwischen dem Lese- und Schreibzugriff. Die ausgewählte Bedingung wird im I²C Einstellungsfenster angezeigt und ist durch die blau hinterlegte Menütaste zusätzlich gekennzeichnet.

Die Adresslänge (in Bit) legt die maximale Anzahl der Slave-Adressen des Busses fest. Bei einer 7 Bit Adresslänge stehen maximal 112 Adressen zur Verfügung. Die 10 Bit Adressierung ist durch Nutzung von 4 der 16 reservierten Adressen abwärtskompatibel zur 7 Bit Adressierung und kann mit dieser gleichzeitig verwendet werden. Bei 10 Bit Adresslänge stehen insgesamt 1136 Adressen (1024 + 128 - 16) zur Verfügung. Die höchste 10 Bit Adresse ist 1023 (0x3FF). Die ausgewählte Adresslänge wird im I²C Einstellungsfenster angezeigt und ist durch die blau hinterlegte Menütaste zusätzlich gekennzeichnet.

Die SLAVE ADRESSE ist die Adresse, durch die auf dem BUS unterschieden wird, mit welchem Slave der Master kommunizieren soll. Mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich wird die Adresse des zu beobachtenden Busteilnehmers, auf den getriggert werden soll, ausgewählt.

Mit dem Softmenü DATEN können zusätzlich zur Adresse auch noch spezifische Daten eingeben kann. Dieses Menü bietet die Möglichkeit, auf konkret festgelegte Datenbytes (Farbe Cyan) innerhalb der Übertragung zu triggern und damit uninteressante Übertragungen herauszufiltern.

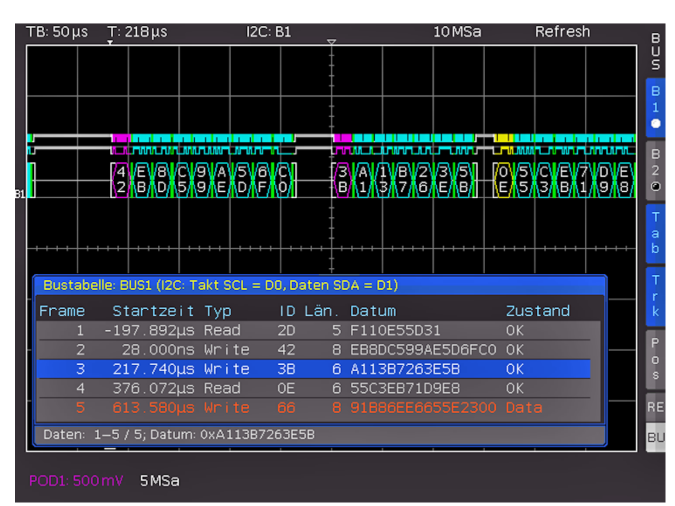


Abb. 13.10: Beispiel I²C BUS mit BUS-Tabelle

Es kann auf maximal 24 Bit (3 Byte) Daten getriggert werden. Ein Offset von 0 bis 4095 zur Adresse ist erlaubt. Zunächst wird das BYTE OFFSET gewählt, welches festlegt, wieviele Bytes die für die Triggerbedingung interessanten Bytes von der Adressierung entfernt liegen. In den meisten Fällen wird das Byte Offset Null sein, wenn auf die maximal 24 ersten Bits nach der Adresse getriggert werden soll. Mit der Softmenü-Taste BYTEANZAHL wird festgelegt, wieviele Bytes für die Triggerbedingung ausgewer-

tet werden sollen. Die Eingabe kann binär oder hexadezimal erfolgen (PATTERNEINGABE). Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits mit der Softmenü-Taste BIT WÄHLEN und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich einem beliebigen Zustand zugeordnet werden. Mit der Softmenü-Taste ZUSTAND wird für jedes Bit der Zustand H (=1), L (=0) oder X (ohne Wertung) festgelegt. Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Byte auf X gesetzt werden.

Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenü-Taste WERT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der jeweilige Bytewert festgelegt. Mit der Softmenü-Taste BYTE WÄHLEN werden die verschiedenen Bytes (Byte 1 zu Byte 2 zu Byte 3 etc.) der Reihe nach für die Bearbeitung ausgewählt (abhängig von der eingestellten BYTEANZAHL). Das jeweils aktive Byte wird im Anzeigefenster der Triggerbedingung mit einem grünen Rand versehen (siehe Abb. 13.9).

Dreimaliges Drücken auf die MENU OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellte Adresse und Daten.

13.5 SPI / SSPI BUS

Das Serial Peripheral Interface SPI wird für die Kommunikation mit langsamen Peripheriegeräten verwendet, insbesondere für die Übertragung von Datenströmen. Der SPI Bus wurde von Motorola (heute Freescale) entwickelt, ist aber nicht förmlich standardisiert. Es ist im allgemeinen ein Bus mit Takt- und Datenleitung und einer Auswahlleitung (3-wire). Wenn nur ein Master und ein Slave vorhanden sind, kann die Auswahlleitung entfallen, diese wird auch SSPI (Simple SPI) genannt (2-wire).

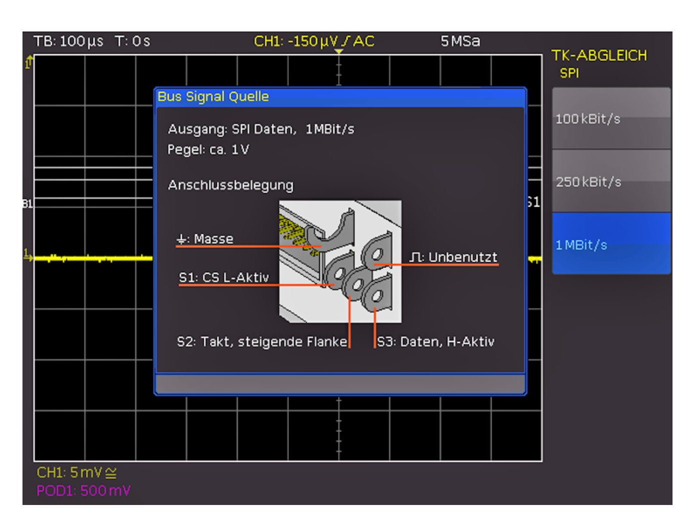


Abb. 13.11: SPI BUS Signalquelle

Die Serie HMO unterstützt (bei Messungen ohne Messobjekt über BUS SIGNAL SOURCE) die Taktraten:
- 100 kBit/s,
- 250 kBit/s und
- 1 MBit/s.

Die entsprechende Taktrate wird im SETUP Menü mittels dem Softmenü TK-ABGLEICH und BUS SIGNALQUELLE (Seite 2|2) eingestellt. Ein SPI BUS besitzt folgende Eigenschaften:
- Master-Slave Kommunikation
- Keine Geräteadressierung
- Kein Acknowledge zur Bestätigung des Datenempfangs
- Duplex-Fähigkeit

Die meisten SPI Busse haben 4 gemeinsame Leitungen, 2 Daten- und 2 Steuerleitungen:
- Taktleitung zu allen Slaves (SCLK)
- Slave Select oder Chip-Select-Leitung (SS oder CS)
- Master-Out-Slave-In, Slave-Data-Input (MOSI oder SDI)
- Master-In-Slave-Out, Slave-Data-Output (MISO or SDO)

Wenn der Master einen Takt erzeugt und einen Slave auswählt, so können Daten in eine oder beide Richtungen gleichzeitig übertragen werden.

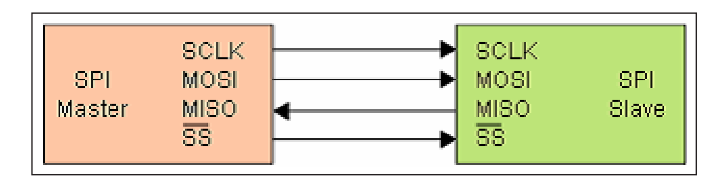


Abb. 13.12: Einfache Konfiguration eines SPI BUS

13.5.1 SPI / SSPI BUS Konfiguration

Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logik-Pegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 12.2) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV. Bei den Zweikanalgeräten wird der externe Triggereingang als CS (Chip Select) verwendet, die Schwelle dort kann im Buseinstellmenü unter KONFIGURATION > EXTERNE SCHWELLE konfiguriert werden.

Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

Um eine korrekte Dekodierung eines SPI Busses zu gewährleisten, müssen einige Einstellungen vorgenommen werden. Zunächst muss festgelegt werden, ob ein SPI System mit oder ohne Chipselect (also 2-Draht oder 3-Draht

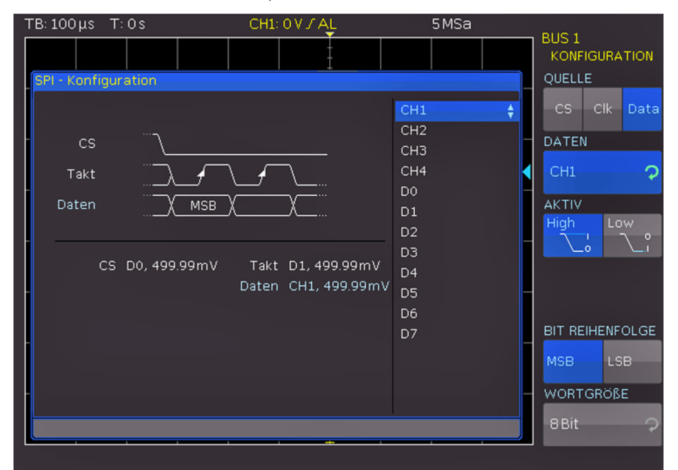


Abb. 13.13: Menü zum Definieren eines SPI Busses

SPI) vorliegt. Dies geschieht im BUS Konfigurationsmenü bei der Auswahl des BUS Typs. Für ein 2-Draht SPI System wählt man den Eintrag SSPI, Für ein 3-Draht SPI System wählt man SPI. Anschließend wird das Konfigurationsmenü für SPI durch Drücken der Taste KONFIGURATION geöffnet.
Mit der obersten Softmenü-Taste QUELLE wird der jeweilige Kanal für Chip-Select (CS), Takt (Clk) und Daten ausgewählt. Die jeweilige Softmenü-Taste CS, Clk oder Daten wird angewählt (Taste blau hinterlegt) und danach mittels der Softmenü-taste DATEN und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der entsprechende Quellkanal ausgewählt. Im Falle des 2-Draht SPI wählt man hier anstelle der Chip-Select-Quelle die mögliche TOTZEIT. Innerhalb der Totzeit sind Daten und Taktleitung auf Low. Wird die Totzeit erreicht, beginnt ein neuer Frame. Sind die zeitlichen Abstände der Datenpakete zueinander kürzer als die Totzeit, so gehören diese zum gleichen Frame. Die Totzeit kann entweder mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder mittels numerischen Eingabe erfolgen (Taste KEYPAD). Zur Kontrolle ist ein kleines Fenster mit den Information zu den aktuellen Einstellungen geöffnet (siehe Abb. 12.13).

Ist die Option HO010 installiert, können die analogen und digitalen Kanäle als Quelle ausgewählt werden. Im Falle der installierten Option HO011 sind nur die analogen Kanäle als Quelle wählbar. Bei Zweikanalgeräten und einen 3-Draht SPI muss das Chip-Select Signal am externen Triggereingang angelegt werden.

Außerdem kann neben der Zuordnung der Quelle folgende Einstellungen mit der Softmenü-Taste AKTIV vorgenommen werden:

CS: Chip-Select High oder Low aktiv (Low aktiv = Standardeinstellung)
CLK: Datenübernahme auf steigender oder fallender Flanke (steigende Flanke = Standardeinstellung)
DATA: Daten High oder Low aktiv (High aktiv = Standardeinstellung)

Mit der Softmenü-Taste BIT REIHENFOLGE kann man festlegen, ob die Daten der einzelnen Nachrichten mit dem MSB (Most Significant Bit) oder LSB (Least Significant Bit) beginnen. Die Softmenü-Taste WORTGRÖßE erlaubt in Verbindung mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die Einstellung, wieviele Bits eine Nachricht beinhaltet. Es sind Werte von 1Bit bis 32Bit möglich.

13.5.2 SPI / SSPI BUS Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste TYPE im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenü-Taste SERIELLE BUSSE gewählt. Anschließend wird die Taste SOURCE im Triggerbedienfeld gedrückt und SPI Bus ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste FILTER im Bereich TRIGGER des Be-

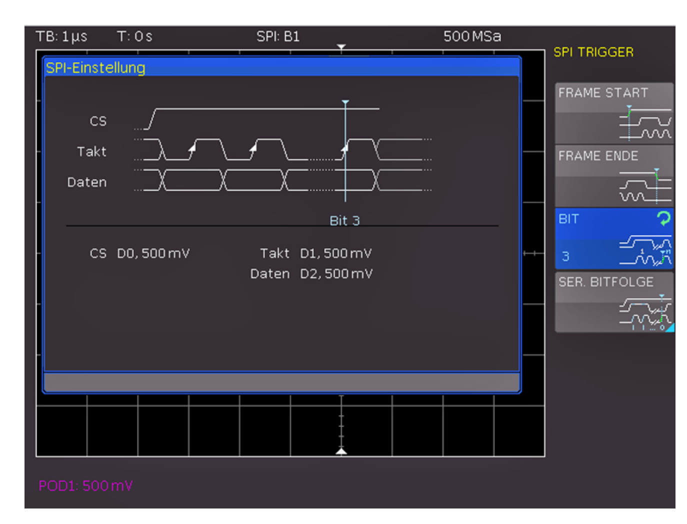


Abb. 13.14: SPI Triggermenü

dienfeldes werden alle möglichen SPI Triggerbedingungen aufgeführt.

FRAME START setzt das Triggerereignis auf den Start des Frames. Der Frame beginnt beim Wechsel des Chip-Select (CS) Signals auf den ausgewählten aktiven Zustand. Im Gegensatz dazu setzt FRAME ENDE das Triggerereignis auf das Ende des Frames. Der Frame endet beim Wechsel des Chip-Select (CS) Signals vom ausgewählten aktiven zum inaktiven Zustand. Mittels der Softmenü-Taste BIT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich kann der Triggerzeitpunkt auf das eingestellte Bit innerhalb der eingestellten Bitfolge gesetzt werden. Zusätzlich kann die Eingabe numerisch erfolgen.

Im Softmenü SER. BITFOLGE kann eine bestimmte Reihenfolge von Bits innerhalb des Frames definiert werden, die das Triggerereignis auslöst. Mittels der Softmenü-Taste BIT-OFFSET kann das erste Bit der definierten Bitfolge innerhalb des Frames festgelegt werden. Die Bits davor haben keinen Einfluss auf das Triggerereignis (z.B. bei Bit Offset = 2 werden Bit 0 und Bit 1 nach CS ignoriert und das Muster beginnt mit Bit 2). Die Werteeingabe von 0 bis 4095 kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder mittels numerischer Eingabe erfolgen (Taste KEYPAD). Die Softmenü-Taste BIT ANZAHL legt fest, wieviele Bits für die Triggerbedingung ausgewertet werden sollen. Die Werteeingabe von 1 bis 32 Bit kann mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich. Die Eingabe der seriellen Bitfolge (PATTERNEINGABE) kann binär oder hexadezimal erfolgen.

Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits innerhalb der Daten zur Bearbeitung mit der Softmenütaste BIT WÄHLEN und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Mit ZUSTAND wird jedem Bit ein logischer Zustand zugeordnet (High = H = 1, Low = L = 0 oder X = ohne Wertung). Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenü-Taste WERT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige

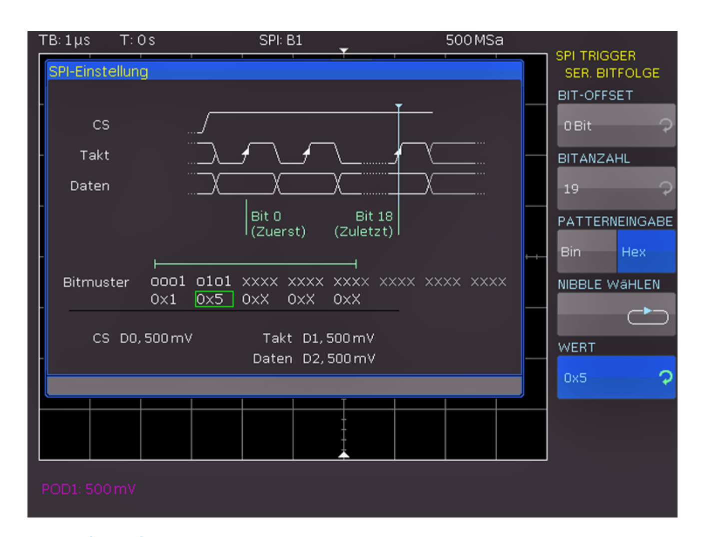


Abb. 13.15: SPI Daten Triggermenü

Nibble (4 Bit) festgelegt. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Nibble auf X gesetzt werden. Mit der Softmenü-Taste NIBBLE WÄHLEN kann von Nibble zu Nibble geschaltet werden. Das jeweils aktive Nibble wird im Anzeigefenster der Triggerbedingung mit einem grünen Rand versehen (siehe Abb. 13.15). Dreimaliges Drücken auf die MENÜ OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellte Bitfolge.

13.6 UART/RS-232 BUS

Der UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) Bus ist ein generelles Bussystem und Grundlage für viele Protokolle. Das RS-232 Protokoll ist eines davon. Es besteht aus einem Rahmen mit Startbit, fünf bis neun Datenbits, einem Paritäts- und einem Stoppbit. Das Stoppbit kann die 1-fache, die 1½-fache oder die 2-fache Länge eines normalen Bits haben.
Die Serie HMO unterstützt (bei Messungen ohne Messobjekt über BUS SIGNAL SOURCE) die Taktraten 9600 Bit/s, 115.2 kBit/s und 1 MBit/s. Die entsprechende Taktrate wird im SETUP Menü mittels dem Softmenü TK-ABGLEICH und BUS SIGNALQUELL (Seite 2|2) eingestellt.

Start	Data0	Data1	....	[Data8]	[Parity]	Stop

Abb. 13.16: UART Bitfolge

13.6.1 UART/RS-232 BUS Konfiguration

Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logikpegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 12.2) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5) eingestellt werden.
Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

Um den UART BUS zu dekodieren, wird zunächst festgelegt, welcher Kanal an die Datenleitung angeschlossen wird. Diese Einstellung erfolgt nach Auswahl des Bustyps UART im BUS Menü und anschließendem Druck auf die Softmenü-Taste KONFIGURATION. In dem sich öffnenden Menü wird mit der obersten Softmenü-Taste DATENQUELLE und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der gewünschte Kanal ausgewählt. Ist die Option HOO10 installiert, so kann jeder digitale oder analoge Kanal als Quelle genutzt werden. Ist die Option HOO11 installiert, so können nur die analogen Kanäle als Quelle gewählt werden.

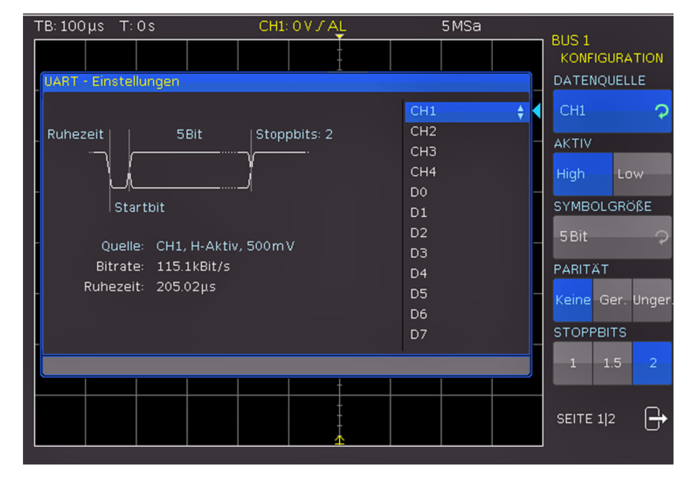


Abb. 13.17: Seite 1 des Menü zum definieren eines UART Busses

Die Softmenü-Taste AKTIV legt fest, ob die auf dem BUS übertragenden Daten aktiv High (High = 1) oder aktiv Low (Low = 1) sind (bei RS-232 ist hier Low zu wählen). Mit der Softmenü-Taste SYMBOLGRÖßE und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich können die Bits, welche ein Symbol bilden, von 5 Bit bis 9 Bit eingestellt werden. Eine weitere Einstellung erfolgt mit der Softmentaste PARITÄT. Paritätsbits dienen zur Fehlererkennung während einer Übertragung.

Das Softmenü PARITÄT bietet folgende Auswahlmöglichkeiten:

- **Keine:** kein Paritätsbit verwenden
- **Gerade (Ger.):** das Paritätsbit wird auf „1" gesetzt, wenn die Anzahl der „Einsen" in einem bestimmten Satz von Bits ungerade ist (ohne Paritätsbit)
- **Ungerade (Unger.):** das Paritätsbit wird auf „1" gesetzt, wenn die Anzahl der „Einsen" in einem bestimmten Satz von Bits gerade ist (ohne Paritätsbit)

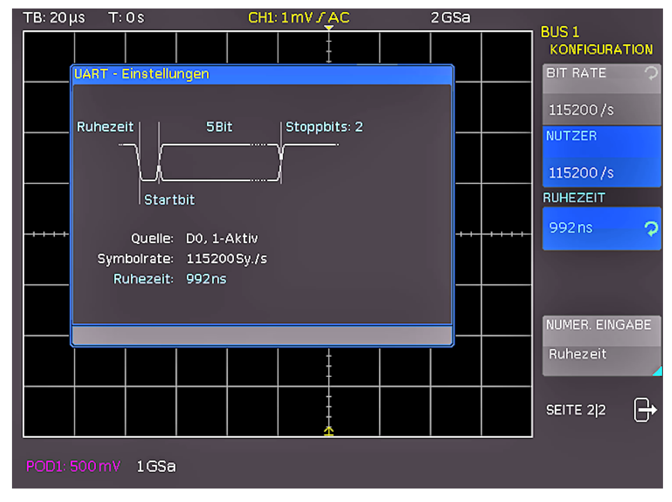


Abb. 13.18: Seite 2|2 UART BUS Konfigurationsmenü

Mit der letzten Softmenü-Taste STOPPBITS wird legt die Länge des Stoppbits fest (1 = 1-fach, 1.5 = 1½-fach oder 2 = 2-fach).

Auf Seite 2|2 des UART BUS Konfigurationsmenü kann die BITRATE (Symbolrate) mittels Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich eingestellt werden. Die Bitrate beschreibt die gesendeten Bits pro Sekunde. Die Softmenü-Taste BITRATE bietet gebräuchliche Zahlenwerte an. Über die Softmenü-Taste NUTZER können dagegen eigene Raten mittels Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder numerischer Eingabe definiert / eingestellt werden.

Die RUHEZEIT stellt die minimale Zeit zwischen dem Stopp-Bit der letzten Daten und dem Start-Bit der neuen Daten dar. Die Ruhezeit dient ausschließlich dazu, den Start einer Übertragung und damit den genauen Start eines Frames (ein oder mehrere Symbole, meist Byte) zu bestimmen. Nur mit dieser Information ist ein korrektes dekodieren und triggern (egal welche Triggerart) möglich. Ein Start-Bit innerhalb der Ruhezeit wird nicht erkannt. Die Werteeingabe erfolgt mittels Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder numerischer Eingabe (Taste KEYPAD).

13.6.2 UART/RS-232 BUS Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste TYPE im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenü-Taste SERIELLE BUSSE gewählt. Anschließend wird die Taste SOURCE im Triggerbedienfeld gedrückt und UART ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste FILTER im Bereich TRIGGER des Bedienfeldes werden alle möglichen UART Triggerbedingungen aufgeführt.

Die Triggerbedingung STARTBIT setzt das Start-Bit als Triggerereignis. Das Start-Bit ist das erste 0-Bit, das auf ein Stopp-Bit oder eine Ruhezeit folgt. Dagegen stellt die Softmenü-Taste FRAME START das erste Start-Bit nach einer Ruhezeit dar. Die Softmenü-Taste SYMBOL<N> definiert ein ausgewähltes n-tes Symbol als Triggerereignis. Innerhalb des Softmenüs BEL. SYMBOL kann ein beliebiges Symbol definiert werden, auf welches getriggert werden soll. Das Symbol kann sich dabei an einer beliebigen Stelle innerhalb eines Frames befinden. Die Eingabe der seriellen Bitfolge (PATTERNEINGABE) kann binär oder hexadezimal erfolgen. Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits innerhalb der Daten zur Bearbeitung mit der Softmenü-Taste BIT WÄHLEN und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Mit ZUSTAND wird jedem Bit ein logischer Zustand zugeordnet (High = H = 1, Low = L = 0 oder X = ohne Wertung). Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenü-Taste WERT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Symbol festgelegt. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Symbol auf X gesetzt werden. Mit der Softmenü-Taste SYMBOL WÄHLEN kann von Symbol zu Symbol geschaltet werden.

Das Softmenü MUSTER bietet weitere UART Triggereinstellmöglichkeiten. SYMBOL OFFSET in Kombination mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich legt die Anzahl an unrelevanten Symbolen fest, die innerhalb des Frames vor dem für das Triggerereignis relevanten Muster stehen. Eine Werteeingabe von 0 bis 4095 Symbolen nach dem Start-Bit ist möglich. Die Anzahl der zu beachtetenden Symbole kann mit der Softmenü-Taste ANZ. DER SYMB. mit 1, 2 oder 3 festgelegt werden. Die Anzahl der Symbole definiert die Größe des Musters. Die Länge der Symbole (5 bis 9 Bit) wurde bei der Busdefinition bereits festgelegt und hier im Triggermenü entsprechend berücksichtigt.

Die Werteeingabe der Symbole kann wieder (wie zuvor beschrieben) binär oder hexadezimal erfolgen und wird bestimmt durch die Softmenü-Taste PATTERNEINGABE. Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits mit der Softmenü-Taste BIT WÄHLEN und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Die Softmenü-Taste ZUSTAND legt den Zustand für jedes Bit fest (1, 0 oder X). Wird die hexadezi-

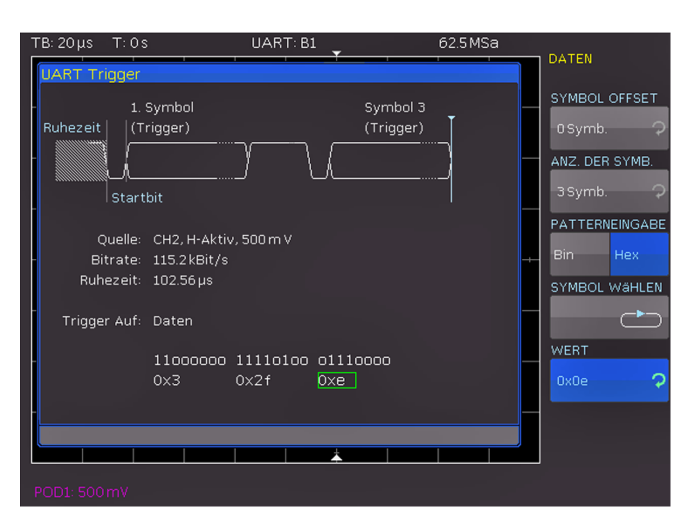


Abb. 13.19: Triggermenü UART Daten

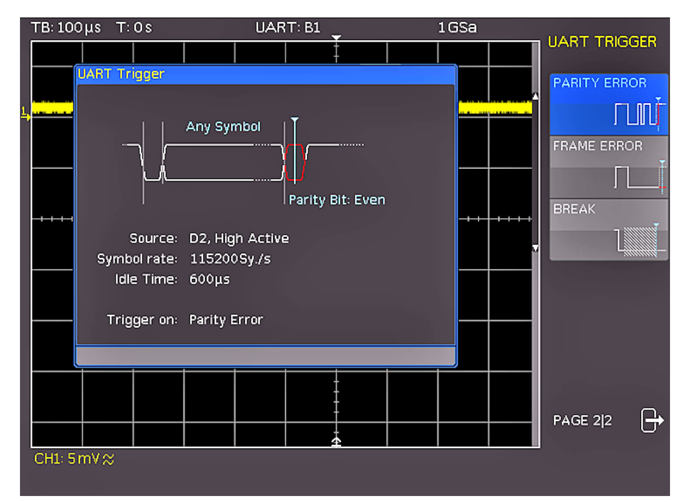


Abb. 13.20: UART Triggermenü Seite 2

male Eingabe gewählt, wird mit der Softmenü-Taste WERT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Symbol festgelegt. Mit der Softmenü-Taste SYMBOL WÄHLEN schaltet man von Symbol zu Symbol. Das jeweils aktive Byte wird im Anzeigefenster der Triggerbedingung mit einem grünen Rand versehen. Zweimaliges Drücken auf die MENÜ OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellten Daten.

Auf der Seite 2|2 des UART Triggerfiltermenüs kann durch Anwahl der entsprechenden Softmenü-Taste als Triggerbedingung auch ein PARITÄTSFEHLER (triggern bei einem Paritätsfilter), ein FRAME FEHLER (triggern bei einem Frame-Fehler) oder ein BREAK (triggern bei einem Break) festlegt werden. Die Break-Bedingung ist erfüllt, wenn nach einem Start-Bit nicht innerhalb eines bestimmten Zeitraumes ein Stop-Bit folgt. Während des Breaks sind die Stop-Bits Low aktiv.

13.7 CAN BUS

Der CAN (Controller Area Network) BUS ist ein Bussystem vorrangig für die Automobiltechnik und wird zum Datenaustausch zwischen Steuergeräten untereinander und mit Sensoren eingesetzt. Es ist vermehrt auch in der Luftfahrt-, Medizin- und allgemeinen Industrieautomatisierungsindustrie zu finden. Das Signal ist auf der physikalischen Ebene ein differentielles, es wird auch zum Dekodieren ein differentieller Tastkopf (z.B. die HZO40) empfohlen, wenngleich es auch mit den Standardtastköpfen möglich ist, die Signale aufzunehmen. Die Standarddatenraten liegen zwischen 10 kBit/s und 1 MBit/s. Eine CAN Nachricht besteht im wesentlichen aus einem Startbit, der Frame ID (11 oder 29 Bit), dem Data Length Code DLC, den Daten, einem CRC, Acknowledge und Endbit.

13.7.1 CAN BUS Konfiguration

Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logikpegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 12.2) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

Um den CAN BUS zu dekodieren, wird zunächst festgelegt, welcher Kanal an die Datenleitung angeschlossen wird. Diese Einstellung erfolgt nach Auswahl des Bustyps CAN im BUS-Menü und anschließendem Druck auf die Softmenü-Taste KONFIGURATION. In dem sich öffnenden Menü wird mit der obersten Softmenü-Taste DATA und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der gewünschte Kanal ausgewählt. Grundsätzlich kann ein analoger oder digitaler Kanal an CAN-High oder CAN-Low angeschlossen werden. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, einen differentiellen Tastkopf (z.B. HZO40) an

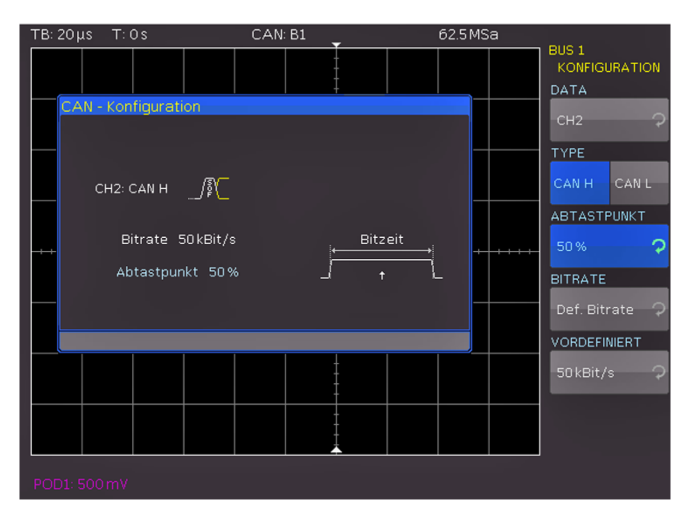


Abb. 13.21: Einstellung des Abtastzeitpunktes bei der CAN Konfiguration

einen analogen Kanal anzuschließen. Bei Nutzung eines differentiellen Tastkopfes ist CAN High zu wählen, wenn der Plus Eingang des Tastkopfes an CAN-H und der Minus Eingang an CAN L angeschlossen ist. Wird der Tastkopf mit umgekehrter Polarität angeschlossen, mus CAN L gewählt werden.

Die Softmenü-Taste ABTASTPUNKT bestimmt den Zeitpunkt innerhalb der Bit-Zeit, an dem der Wert für das aktuelle Bit „gesamplet" wird. Die Werteeingabe in Prozent (25% bis 90%) erfolgt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich. Die BITRATE beschreibt die gesendeten Bits pro Sekunde und erlaubt mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich die Auswahl von Standarddatenraten (10 / 20 / 33.333 / 50 / 83.333 / 100 / 125 / 250 / 500kBit/s und 1 MBit/s). Mittels der Softmenü-Taste NUTZER können eigene Bitraten definiert werden. Die Werteeingabe erfolgt mittels Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder numerischer Eingabe (Taste KEYPAD).

13.7.2 CAN BUS Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste TYPE im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenü-Taste SERIELLE BUSSE gewählt. Anschließend wird die Taste SOURCE im Triggerbedienfeld ge-

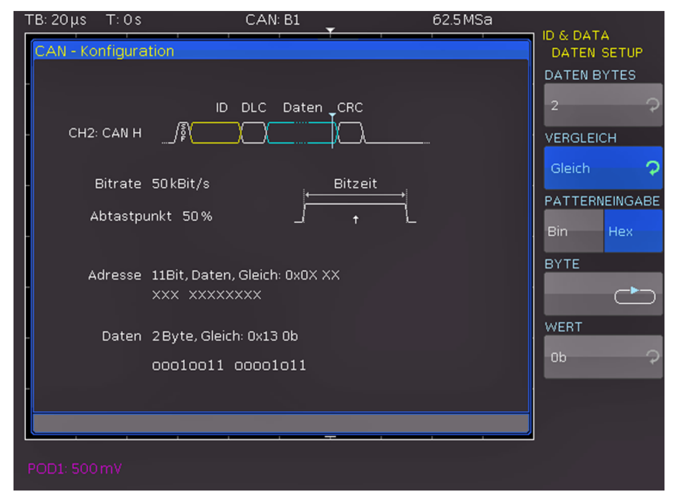


Abb. 13.22: CAN Daten Triggermenü

drückt und CAN ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste FILTER im Bereich TRIGGER des Bedienfeldes werden alle möglichen CAN Triggerbedingungen aufgeführt.

Die Funktion FRAME START triggert auf die erste Flanke des SOF-Bit (Synchronisationsbit). Dagegen triggert die Funktion FRAME ENDE auf das Ende des Frames.

Das Softmenü FRAME bietet verschiedene Auswahlmöglichkeiten:

- **FEHLER:** allgemeiner Frame-Fehler
- **ÜBERLAST:** Triggern auf CAN Overload-Frames
- **DATEN:** Triggern auf Daten-Frames; Auswahl des korrekten Identifiertyps mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich
- **LESEDATEN:** Triggern auf Lese-Frames; Auswahl des korrekten Identifiertyps mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich
- **DATEN|LESEN:** Triggern auf Lese- und Daten-Frames; Auswahl des korrekten Identifiertyps mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich
- **ID TYP:** Identifiertyp (11 Bit, 29 Bit oder beliebig)

Das Softmenü FEHLER identifiziert verschiedene Fehler in einem Frame. In diesem Menü können eine oder mehrere Fehlermeldungstypen als Trigger-Bedingung ausgewählt werden:

- **STOPFBIT (Stuff Bit):** Die einzelnen Frame-Segmente (wie Frame-Start etc.) werden vom „Bit-Stuffing"- Verfahren codiert. Der Transmitter fügt automatisch ein komplementäres Bit in dem Bitstrom ein, wenn er fünf aufeinanderfolgende Bits mit gleichem Wert in dem zu übertragenden Bitstrom erkennt. Ein „Stuff"-Fehler tritt auf, wenn die sechste aufeinanderfolgende gleiche Bit-Ebene in den genannten Bereichen erkannt wird.
- **FORM:** Eine Form-Fehler tritt auf, wenn ein festes Bitfeld ein oder mehrere unzulässige Bits enthält.
- **BESTÄTIGUNG:** Eine Bestätigungsfehler tritt auf, wenn der Transmitter keine Bestätigung empfängt (Acknowledge).
- **CRC (Cyclic Redundancy Check):** CAN BUS verwendet eine komplexe Prüfsummenberechnung (Cyclic Redundancy Check). Der Transmitter berechnet die CRC und sendet das Ergebnis in einer CRC-Sequenz. Der Empfänger berechnet die CRC in der gleichen Weise. Ein CRC-Fehler tritt auf, wenn das berechnete Ergebnis von der empfangenen CRC-Sequenz abweicht.

Die Softmenü-Taste IDENTIFIER kennzeichnet die Priorität und die logische Adresse einer Nachricht. In dem sich öffnenden Menü wählt kann der FRAME TYP (Daten allgemein, Lesedaten bzw. Lese/Schreibdaten) mit der obersten Softmenü-Taste und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Mit dem darunterliegenden Softmenü ADRESS-SETUP kann mit der Softmenü-Taste ID TYP die Länge des Identifiertyps mit dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich eingestellt werden (11 Bit Basis oder 29 Bit für erweiterte CAN Frames). Die Softmenü-Taste VERGLEICH setzt die Vergleichsfunktion. Wenn das Pattern mindestens ein X (ohne Wertung) enthält, kann auf gleich oder ungleich des angegebenen Wertes getriggert werden. Wenn das Pattern nur 0 oder 1 enthält, kann auf einen Bereich größer oder kleiner des angegebenen Wertes getriggert werden. Die PATTERNEINGABE kann binär oder hexadezimal erfolgen. Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits innerhalb der Daten zur Bearbeitung mit der Softmenü-Taste BIT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden.

Mit ZUSTAND wird jedem Bit ein logischer Zustand zugeordnet (High = H = 1, Low = L = 0 oder X = ohne Wertung). Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenü-Taste WERT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Byte festgelegt. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Byte auf X gesetzt werden. Mit der Softmenü-Taste BYTE kann von Byte zu Byte geschaltet werden.

Das Softmenü ADRESSE UND DATEN bietet die gleichen Einstellmöglichkeiten wie das Softmenü IDENTIFIER (siehe oben). In dem sich öffnenden Menü wählt man zunächst wieder den FRAME TYP (Daten allgemein bzw. Lesedaten) mit dem obersten Softmenü-Taste und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich aus. Anschließend kann man in dem darunterliegenden Menü ADRESS-SETUP die Adresse des entsprechenden Musters eingeben. Das Softmenü DATEN SETUP erlaubt die Eingabe des Datenbitmusters bzw. der HEX Werte für bis zu 8 Byte (nur einstellbar, wenn als Frame Typ DATEN gewählt wurde). Als Vergleiche für Adress- und Datenwerte stehen jeweils wieder GRÖßER und KLEINER GLEICH, GLEICH sowie UNGLEICH zur Verfügung.

Zweimaliges bzw. dreimaliges Drücken auf die MENÜ OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellten Werte.

13.8 LIN BUS

Der LIN (Local Interconnect Network) BUS ist ein einfaches Master/Slave Bussystem für die Automobiltechnik und wird zum Datenaustausch zwischen Steuergeräten und Sensoren bzw. Aktoren eingesetzt. Das Signal wird auf einer Leitung mit Massebezug zur Fahrzeugmasse übertragen. Die Standarddatenraten liegen zwischen 1,2 kBit/s und 19,2 kBit/s. Eine LIN Nachricht besteht im aus einem Header und den Daten.

Ein LIN BUS besitzt folgende Eigenschaften:

- Serielles Single-Wire Kommunikationsprotokoll (byte-orientiert)
- Master-Slave Kommunikation (in der Regel bis zu 12 Knoten)
- Mastergesteuerte Kommunikation (Master initiiert / koordiniert die Kommunikation)

Die Daten werden in Bytes ohne Parität übertragen (basierend auf UART). Jedes Byte besteht aus einem Startbit, 8 Datenbits und einem Stop-Bit.

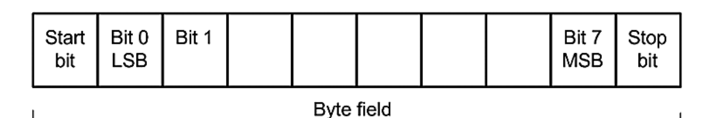


Abb. 13.23: Aufbau LIN Byte-Struktur

13.8.1 LIN BUS Konfiguration

Bevor die BUS Konfiguration vorgenommen wird, muss der korrekte Logikpegel der digitalen Kanäle (siehe Kapitel 12.2) bzw. der analogen Kanäle (siehe Kapitel 4.5) eingestellt werden. Die Standardeinstellung für beide ist 500 mV.

Es sollte immer eine komplette Nachricht eines seriellen Protokolles auf dem Bildschirm sichtbar sein, damit die Dekodierung funktionieren kann. Details einzelner Nachrichten lassen sich über die Zoom Funktion anzeigen.

Um den LIN BUS zu dekodieren, wird zunächst festgelegt, welcher Kanal an die Datenleitung angeschlossen wird. Diese Einstellung erfolgt nach Auswahl des Bustyps LIN im BUS Menü und anschließendem Druck auf die Softmenütaste KONFIGURATION. In dem sich öffnenden

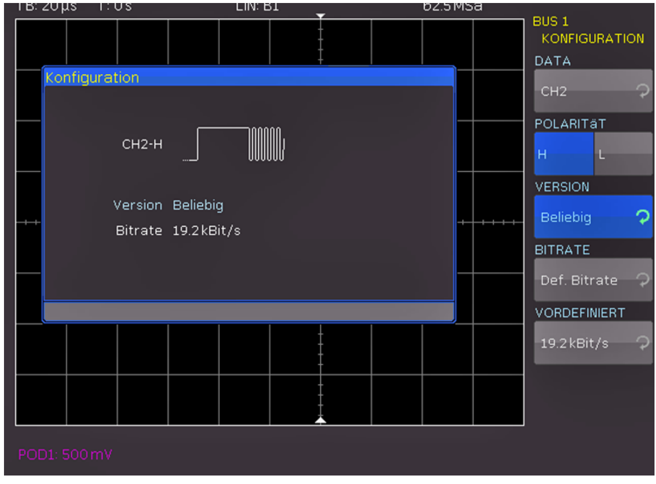


Abb. 13.24: Menü zum definieren eines LIN Busses

Menü wird mit der obersten Softmenü-taste DATEN und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der gewünschte Kanal ausgewählt. Die Softmenü-Taste POLARITÄT schaltet zwischen High und Low um, die jeweils aktive Funktion ist blau unterlegt.

Ist der LIN-Standard VERSION J2602 ausgewählt, lassen sich nur die dort vorgesehenen Standarddatenraten mit dem unters-ten Menüpunkt und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich einstellen

Grundsätzlich kann ein analoger oder digitaler Kanal an LIN-High oder LIN-Low angeschlossen werden. Mit der Softmenü-Taste VERSION und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich können die verschiedenen Versionen des LIN-Standards Version 1x, Version 2x, J2602 oder beliebig eingestellt werden. Die BITRATE legt die Anzahl der übertragenen Bits pro Sekunde fest. Mittels Universal-drehgeber kann zwischen vordefinierten Standard-Datenraten (1,2 / 2,4 / 4,8 / 9,6 / 10,417 und 19,2 KBit/s) und nutzerdefinierten Datenraten (NUTZER) gewählt werden. Die maximal mögliche nutzerdefinierte Datenrate beträtgt 4 MBit/s. Die nutzerdefinierte Werteeingabe erfolgt mittels Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich oder numerischer Eingabe.

13.8.2 LIN BUS Triggerung

Nachdem der BUS konfiguriert wurde, kann auf verschiedenste Ereignisse getriggert werden. Dazu wird die Taste TYPE im TRIGGER-Bereich des Bedienfeldes betätigt und dort die Softmenü-Taste SERIELLE BUSSE gewählt. Anschließend wird die Taste SOURCE im Triggerbedienfeld gedrückt und LIN ausgewählt. Diese taucht nur auf, wenn der BUS vorher konfiguriert wurde. Mit einem Druck auf die Taste FILTER im Bereich TRIGGER des Bedienfeldes werden alle möglichen LIN Triggerbedingungen aufgeführt.

Die Funktion FRAMESTART triggert auf das Stoppbit des Synchronisationsfeld. Dagegen triggert die Funktion WAKE UP nach einem „Wake up“ Frame. Das Softmenü FEHLER identifiziert verschiedene Fehler in einem Frame.

In diesem Menü können eine oder mehrere Fehlermeldungstypen als Trigger-Bedingung ausgewählt werden:

- **CRC (Cyclic Redundancy Check):** LIN BUS verwendet eine komplexe Prüfsummenberechnung (Cyclic Redundancy Check). Der Transmitter berechnet die CRC und sendet das Ergebnis in einer CRC-Sequenz. Der Empfänger berechnet die CRC in der gleichen Weise. Ein CRC-Fehler tritt auf, wenn das berechnete Ergebnis von der empfangenen CRC-Sequenz abweicht.
- **PARITÄT:** Es wird auf ein Paritätsfehler getriggert. Paritätsbits sind Bit 6 und Bit 7 des Identifier. Hierbei wird die korrekte Übertragung des Identifier überprüft.
- **SYNCHRONISATION:** Es wird getriggert, wenn das Synchronisationsfeld einen Fehler meldet.

Die Softmenü-Taste ID setzt den Trigger zu einem bestimmten Identifier bzw. zu einem bestimmten Identifierbereich. Die Softmenü-Taste VERGLEICH setzt die Vergleichsfunktion. Wenn das Pattern mindestens ein X (ohne Wertung) enthält, kann auf gleich oder ungleich des angegebenen Wertes getriggert werden. Wenn das Pattern nur 0 oder 1 enthält, kann auf einen Bereich größer oder kleiner des angegebenen Wertes getriggert werden. Die PATTERNEINGABE kann binär oder hexadezimal erfolgen. Wird die binäre Eingabe gewählt, können die einzelnen Bits innerhalb der Daten zur Bearbeitung mit der Softmenü-Taste BIT und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich ausgewählt werden. Mit ZUSTAND wird jedem Bit ein logischer Zustand zugeordnet (High = H = 1, Low = L = 0 oder X = ohne Wertung). Der Zustand X kennzeichnet einen beliebigen Zustand. Wird die hexadezimale Eingabe gewählt, wird mit der Softmenü-Taste WERT

und dem Universaldrehgeber im CURSOR/MENU Bedienbereich der Wert für das jeweilige Byte festgelegt. Bei der hexadezimalen Eingabe kann nur das gesamte Byte auf X gesetzt werden. Mit der Softmenü-Taste BYTE kann von Byte zu Byte geschaltet werden.

Das Softmenü ADRESSE UND DATEN und die Softmenü-Taste ADRESS-SETUP bietet die gleichen Einstellmöglichkeiten wie das Softmenü ID (siehe S. 58). Das Softmenü DATEN SETUP erlaubt die Eingabe des Datenbitmusters bzw. der HEX Werte für bis zu 8 Byte. Als Vergleiche für Adress- und Datenwerte stehen jeweils wieder GLEICH und UNGLEICH zur Verfügung.

Zweimaliges bzw. dreimaliges Drücken auf die MENÜ OFF-Taste schließt alle Menüs und das Oszilloskop triggert auf die eingestellten Werte.

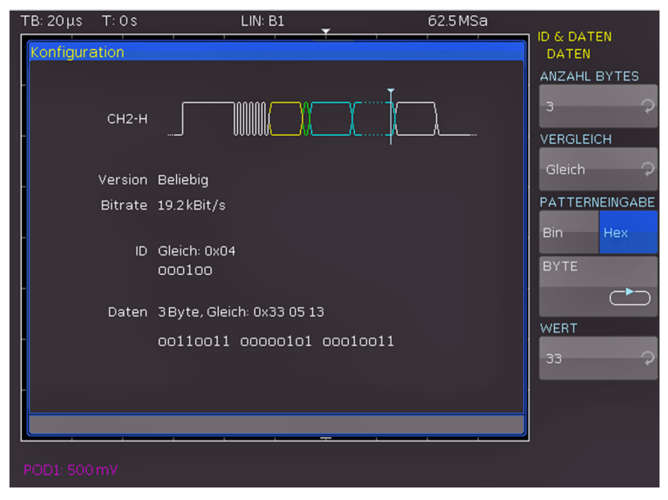


Abb. 13.25: LIN Daten Triggermenü

14 Fernsteuerung über Schnittstellen

Die HMO Serie ist standardmäßig mit einer dualen Schnittstellenkarte vom Typ HO720 ausgestattet, die über eine RS-232 und eine USB Verbindung verfügt.

Um eine Kommunikation zu ermöglichen, müssen die gewählte Schnittstelle und die ggfs. dazugehörigen Einstellungen im Oszilloskop exakt denen im PC entsprechen.

14.1 RS-232

Die RS-232 Schnittstelle ist als 9polige D-SUB Buchse ausgeführt. Über diese bidirektionale Schnittstelle können Einstellparameter, Daten und Bildschirmausdrucke von einem externen Gerät (z.B. PC) zum Oszilloskop gesendet bzw. durch das externe Gerät abgerufen werden. Eine direkte Verbindung vom PC (serieller Port) zum Interface kann über ein 9poliges abgeschirmtes Kabel (1:1 beschaltet) hergestellt werden. Die maximale Länge darf 3 m nicht überschreiten. Die Steckerbelegung für das RS-232 Interface (9polige D-Subminiatur Buchse) ist folgendermaßen festgelegt:

Pin
2 Tx Data (Daten vom Oszilloskop zum externen Gerät)
3 Rx Data (Daten vom externen Gerat zum Oszilloskop)
7 CTS Sendebereitschaft
8 RTS Empfangsbereitschaft
5 Masse (Bezugspotential, über Oszilloskop (Schutzklasse 0)und Netzkabel mit dem Schutzleiter verbunden
9 +5 V Versorgungsspannung für externe Geräte (max. 400 mA)

Der maximal zulässige Spannungshub an den Tx, Rx, RTS und CTS Anschlüssen beträgt 12 Volt.
Die RS-232-Standardparameter für die Schnittstelle lauten: 8-N-2 (8 Datenbits, kein Paritätsbit, 2 Stoppbits), RTS/CTS-Hardware-Protokoll: Keine.

Um diese Parameter am HMO einzustellen, drücken Sie die Taste SETUP auf der Frontplatte im Bedienfeldabschnitt GENERAL und in dem sich öffnenden Menü die Softmenü-Taste Schnittstelle. Anschließend stellen Sie sicher, dass die Softmenü-Taste RS-232 blau hinterlegt ist (damit ist RS-232 als Schnittstelle ausgewählt)und können dann die Softmenü-Taste PARAMETER drücken. In dem sich öffnenden Menü lassen sich alle Einstellungen für die RS-232 Kommunikation vornehmen und abspeichern.

14.2 USB

Alle Ausführungen zur USB Schnittstelle gelten sowohl für die standardmäßige Schnittstellenkarte HO730 als auch für die optionale HO720. Die verfügbaren USB Treiber sind für Windows XP™, Windows VISTA™ und Windows 7™ (32 + 64 Bit) getestet und freigegeben.

Die USB Schnittstelle muss im Oszilloskop nur ausgewählt werden und bedarf keiner weiteren Einstellung. Bei der ersten Verbindung mit einem PC fordert Windows™ die Installation eines Treibers. Der Treiber befindet sich auf der mitgelieferten CD oder kann im Internet unter www.hameg.com im Downloadbereich für die HO720/HO730 heruntergeladen werden. Die Verbindung kann sowohl über die normale USB Verbindung als auch über einen virtuellen COM Port geschehen. Hinweise zu Treiberinstallation sind im Handbuch zur HO720 enthalten
Weitere Informationen finden Sie im Handbuch zur HO720 auf der Website www.hameg.com.

Wenn der virtuelle COM Port genutzt wird, muss im HMO die Schnittstelle USB ausgewählt sein.

14.3 Ethernet (Option HO730)

Wenn DHCP genutzt wird und das HMO keine IP Adresse beziehen kann (z.B. wenn kein Ethernet Kabel eingesteckt ist, oder das Netzwerk kein DHCP unterstützt) dauert es bis zu drei Minuten, bis ein time out die Schnittstelle wieder zur Konfiguration frei gibt.

Die optionale Schnittstellenkarte HO730 verfügt neben der USB- über eine Ethernetschnittstelle. Die Einstellungen der notwendigen Parameter erfolgt im Oszilloskop nachdem ETHERNET als Schnittstelle ausgewählt wurde und die Softmenü-Taste PARAMETER gedrückt wurde. Es ist möglich eine vollständige Parametereinstellung inklusive der Vergabe einer festen IP- Adresse vorzunehmen. Alternativ ist auch die dynamische IP-Adressenzuteilung mit der Aktivierung der DHCP Funktion möglich. Bitte kontaktieren Sie ggfs. Ihren IT-Verantwortlichen um die korrekten Einstellungen vorzunehmen.
Wenn das Gerät eine IP-Adresse hat, lässt es sich mit einem Webbrowser unter dieser IP aufrufen, da die HO730 über einen integrierten Webserver verfügt. Dazu geben sie die IP Adresse in der Adresszeile Ihres Browsers ein (http//xxx.xxx.xxx.xxx) und es erscheint ein entsprechendes Fenster mit der Angabe des Gerätes mit seinem Typ, der Seriennummer und den Schnittstellen mit deren technischen Angaben und eingestellten Parametern.

Abb. 14.1: Webserver mit Gerätedatenseite

Auf der linken Seite lassen sich über den entsprechenden Link Bildschirmdaten ein Bildschirmausdruck vom HMO übertragen (und mit der rechten Maustaste zur weiteren Verwendung in die Zwischenablage kopieren).

Der Link Steuerung mittels SCPI öffnet eine Seite mit einer Konsole, um einzelne Fernsteuerkommandos an das Oszilloskop zu senden.

Weitere Informationen finden Sie im Handbuch zur HO730 auf der Website www.hameg.com.

14.4 IEEE 488.2 / GPIB (Option HO740):

Die optionale Schnittstellenkarte HO740 verfügt eine IEEE488.2 Schnittstelle. Die Einstellungen der notwendigen Parameter erfolgt im Oszilloskop nachdem IEEE488 als Schnittstelle ausgewählt wurde und die Softmenü-Taste PARAMETER gedrückt wurde.

Weitere Informationen finden Sie im Handbuch zur HO740 auf der Website www.hameg.com.

15 Technische Daten

HMO2022 Serie 2-Kanal Digital-Oszilloskop
HMO2024 Serie 4-Kanal Digital-Oszilloskop

Firmware: ≥4.522
Alle Angaben bei 23°C nach einer Aufwärmzeit von 30 Minuten.

Anzeige	
Display:	16,5cm (6,5") VGA Color TFT
Auflösung:	640 x 480 Pixel
Hintergrundbeleuchtung:	LED 400 cd/m^2
Anzeigenbereich für Kurven:	
ohne Menü	400 x 600 Pixel (8 x 12 Div)
mit Menü	400 x 500 Pixel (8 x 10 Div)
Farbtiefe:	256 Farben
Helligkeitsstufen pro Kanal:	0 bis 31
Vertikalsystem	
Kanäle:	
DSO Mode	CH1, CH2 (CH2); CH1 bis CH4 (CH4)
MSO Mode	CH1, CH2, LCH 0 bis 7 Logik-Eingänge (CH2) CH1, CH2, LCH0 bis 7, CH4 (CH4) mit 2 x Option HO3508
Hilfseingang:	Frontseite (CH2); Geräterückseite (CH4)
Funktion	External Trigger
Impedanz	1 MΩ ‖ 14 pF ±2 pF
Kopplung	DC, AC
Max. Eingangsspannung	100 V (DC + Spitze AC)
XYZ-Betrieb:	Wahlweise alle Analogkanäle
Invertierung:	CH1, CH2 (CH2); CH1 bis CH4 (CH4)
Y-Bandbreite (-3 dB):	200 MHz (5 mV bis 10 V)/Div 100 MHz (1 mV, 2 mV)/Div
Untere AC Bandbreite:	2 Hz
Bandbreitenbegrenzung:	ca. 20 MHz (zuschaltbar)
Anstiegszeit (berechnet):	<0,75 ns
DC-Verstärkungs-genauigkeit:	2%
Eingangsempfindlichkeit:	13 kalibrierte Stellungen
CH1, CH2 (CH1 bis CH4)	1 mV/Div bis 10 V/Div (1–2–5 Folge)
Feineinskalierung	zwischen den kalibrierten Stellungen
Eingänge CH1, CH2 (CH 1 bis CH 4)	
Impedanz:	1 MΩ II 14 pF ±2 pF (50 Ω zuschaltbar)
Kopplung:	DC, AC, GND
Max. Eingangsspannung:	200 V (DC + Spitze AC), 50 Ω <$5V_{Eff}$
Messstromkreise:	Messkategorie 0
Positionsbereich:	±10 Divs
Offseteinstellung:	
1 mV, 2 mV	±0,2 V - 10 Div * Empfindlichkeit
5 bis 50 mV	±1 V - 10 Div * Empfindlichkeit
100 mV	±2,5 V - 10 Div * Empfindlichkeit
200 mV bis 2 V	±40 V - 10 Div * Empfindlichkeit
5 V bis 10 V	±100 V - 10 Div * Empfindlichkeit
Logikeingänge:	mit Option H03508
Schaltpegel	TTL, CMOS, ECL, 2 x User -2V bis +8 V
Impedanz	100 kΩ ‖ <4 pF
Kopplung	DC
Max. Eingangsspannung:	40 V (DC + Spitze AC)
Triggerung	
Analogkanäle:	
Automatik:	Verknüpfung aus Spitzenwert und Triggerlevel
Min. Signalhöhe	0,8 Div; 0,5 Div typ. (1,5 Div bei ≤2 mV/Div)
Frequenzbereich:	5 Hz bis 250 MHz (5 Hz bis 120 MHz bei ≤2 mV/Div)
Leveleinstellbereich	Von Spitze– zu Spitze+
Normal (ohne Spitzenwert):	
Min. Signalhöhe	0,8 Div; 0,5 Div typ. (1,5 Div bei ≤2 mV/Div)
Frequenzbereich	0 Hz bis 250 MHz (0 Hz bis 120 MHz bei ≤2 mV/Div)
Leveleinstellbereich	-10 bis +10 Div von Bildschirmmitte
Betriebsarten:	Flanke/Video/Logik/Pulse/Busse optional
Flanke:	Steigend, fallend, beide
Quellen:	CH1, CH2, Netz, Ext., LCH 0 bis 7 (CH2) CH1 bis CH4, Netz, Ext., LCH0 bis 7 (CH4)
Kopplung (Analogkanal) AC: DC: HF: HF: Noise Rejection:	 5 Hz bis 250 MHz 0 bis 250 MHz 30 kHz bis 250 MHz 0 bis 5 kHz zuschaltbar
Video:	
Norm:	PAL, NTSC, SECAM, PAL-M, SDTV 576i, HDTV 720p, HDTV 1080i, HDTV 1080p
Halbbild:	erstes, zweites, beide
Zeile:	alle, wählbare Zeilennummer
Sync. Impulse:	positive, negative
Quellen:	CH1, CH2, Ext. (CH2); CH1 bis CH4 (CH4)
Logik:	UND, ODER, WAHR, UNWAHR
Quellen:	LCH0 bis 7, CH1, CH2 (CH2); CH1 bis CH4 (CH4)
Zustände:	LCH0 bis 7 X, H, L
Dauer:	8 ns bis 2,147 s, Auflösung 8 ns
Pulse:	Positive, negative
Modus:	Gleich, ungleich, kleiner, größer, innerhalb/außerhalb eines Bereiches
Bereich:	Min. 32 ns, max. 17,179 s, Auflösung min. 1 ns
Quellen:	CH1, CH2, Ext. (CH2); CH1 bis CH4 (CH4)
Triggeranzeige:	LED
Ext. Trigger über:	Hilfseingang 0,3 V bis 10 V_{SS}
2. Trigger:	
Flanke:	Steigend, fallend, beide
Min. Signalhöhe:	0,8 Div; 0,5 Div typ. (1,5 Div bei ≤2 mV/Div)
Frequenzbereich:	0 Hz bis 250 MHz (0 Hz bis 120 MHz bei ≤2 mV/Div)
Leveleinstellbereich:	-10 bis +10 Div
Betriebsarten	
nach Zeit	32 ns bis 17,179 s, Auflösung 8 ns
nach Ereignissen	1 bis 2^{16}
Serielle Busse:	
Option HOO10:	I^2C/SPI/UART/RS-232 auf Logik- und Analogkanälen
Option HOO11:	I^2C/SPI/UART/RS-232 auf Analogkanälen
Option HOO12:	CAN/LIN auf Logik- und Analogkanälen
Horizontalsystem	
Darstellung:	Zeitbereich, Frequenz (FFT), Spannung (XY)

Darstellung Zeitbasis:	Main-Fenster, Main- und Zoom-Fenster
Memory Zoom:	Bis zu 50.000:1
Genauigkeit	50 ppm
Zeitbereich:	2 ns/Div bis 50 s/Div
Roll Modus	50 ms/Div bis 50 s/Div
Digitale Speicherung	
Abtastrate (Echtzeit):	2 x 2 GSa/s, 1 x 2 GSa/s [4 x 1 GSa/s, 2 x 2 GSa/s] Logik-Kanäle: 8 x 1 GSa/s
Auflösung (vertikal):	8 Bit, HiRes 10 Bit
Auflösung (horizontal):	40 ps
Memory:	2 x 1 MPts, 1 x 2 MPts [4 x 1 MPts, 2 x 2 MPts]
Betriebsarten:	Refresh, Average, Envelope, Peak-Detect, Filter, Roll (freilaufend/getriggert), HiRes
Interpolation:	Sinx/x, linear, sample-hold
Nachleuchten:	Off, 50 ms bis ∞
Verzögerung Pretrigger:	0 bis 8 Millionen x (1/Abtastrate)
Posttrigger	0 bis 2 Millionen x (1/Abtastrate)
Signalwiederholrate:	bis zu 2.000 Kurven/s
Darstellung:	Punkte, Vektoren, 'Nachleuchten'
Anzahl Referenzspeicher	typ. 10 Kurven
Bedienung/Messung/Schnittstellen	
Bedienung:	Menügeführt (mehrsprachig), Autoset, Hilfsfunktionen (mehrsprachig)
Save/Recall Speicher:	typ. 10 komplette Geräteeinstellungen
Frequenzzähler:	
0,5 Hz bis 250 MHz	6 Digit Auflösung
Genauigkeit	50 ppm
Auto Messfunktionen:	Amplitude, Standardabweichung, U_{SS}, U_{S+}, U_{S-}, U_{eff}, U_{mittel}, U_{Top}, U_{Base}, Frequenz, Periode, t_{width+}, t_{width-}, $t_{Dutycycle+}$, $t_{Dutycycle-}$, t_{Rise10_90}, t_{Fall10_90}, t_{Rise20_80}, t_{Fall20_80}, Impulszähler, Anzahl pos. Flanken, Anzahl neg. Flanken, Anzahl pos. Pulse, Anzahl neg. Pulse, Triggerfreq., Triggerperiode, Phase, Delay
Statistik Messfunktionen:	Min., Max., Mean, Standardabweichung, Anzahl der Messungen für bis zu 6 Funktionen gleichzeitig
Cursor Messfunktionen:	ΔU, Δt, 1/Δt (f), U gegen Gnd, Ut bezogen auf den Triggerpunkt, Verhältnis X und Y, Impulszähler, Spitze-Spitze, Spitze+, Spitze-, Mittelwert, Effektivwert, Standardabweichung
Suchfunktionen:	Such- und Navigationsmöglichkeiten nach spezifischen Signalparametern
Schnittstellen:	Dual-Schnittstelle USB Typ B/RS-232 (HO720), 2 x USB Typ A (Front- und Rückseite je 1x) max. 100 mA, DVI-D für ext. Monitor
Optional:	IEEE-488 (GPIB) (HO740), Dual-Schnittstelle Ethernet/USB (HO730)
Anzeigefunktionen	
Marker:	bis zu 8 vom Nutzer positionierbare Marker zur einfachen Navigation; automatische Marker gemäß Suchkriterien
VirtualScreen:	virtuelle Anzeige mit 20 Div vertikal für alle Mathematik-, Logik-, Bus- und Referenzsignale
Busdarstellung:	bis zu zwei Busse, frei definierbar, parallel oder serielle Busse (optional), dekodieren der Buswerte in ASCII, Binär, Dezimal oder Hexadezimal, bis zu vierzeilig; Tabellendarstellung der dekodierten Nachrichten

Mathematische Funktionen	
Anzahl der Formelsätze:	5 Formelsätze mit bis zu 5 Formeln
Quellen:	Alle Kanäle und Mathematikspeicher
Ziele:	Mathematikspeicher
Funktionen:	ADD, SUB, 1/X, ABS, MUL, DIV, SQ, POS, NEG, INV, INTG, DIFF, SQR, MIN, MAX, LOG, LN, Tief-, Hochpass Filter
Anzeige:	Bis zu 4 Mathematikspeicher mit Label
Pass/Fail Funktionen	
Quellen:	Analogkanäle
Art des Tests:	Maske (Schlauch) um Signal, mit einstellbarer Toleranz
Funktionen:	Stop, Beep, Bildschirmausdruck und/oder Ausgabe auf Drucker bei Pass oder Fail, Zählen bis 4 Milliarden Ereignisse, inklusive Anzahl und Anteil der Pass und Fail Ereignisse
Verschiedenes	
Komponententester	
Testspannung:	10 VS (Leerlauf) typ.
Teststrom:	10 mAS (Kurzschluss) typ.
Testfrequenz:	50 Hz/200 Hz typ.
Bezugspotenzial:	Masse (Schutzleiter)
Probe ADJ Ausgang (für Tastkopfabgleich):	1 kHz/1 MHz Rechtecksignal ~1 VSS (ta <4 ns)
Bus Signalquelle:	SPI, I^2C, UART, Parallel (4 Bit)
Interne RTC (Realtime clock):	Datum und Uhrzeit für gespeicherte Daten
Netzanschluss:	100 bis 240 V, 50 bis 60 Hz, CAT II
Leistungsaufnahme:	max. 45 W, typ. 25 W (CH2) max. 55 W, typ. 35 W (CH4)
Schutzart:	Schutzklasse I (EN61010-1)
Arbeitstemperatur:	+5 bis +40 °C
Lagertemperatur:	-20 bis +70 °C
Rel. Luftfeuchtigkeit:	5 bis 80 % (ohne Kondensation)
Diebstahlschutz:	Kensington Lock
Abmessungen (B x H x T):	285 x 175 x 140 mm
Gewicht:	<2,5kg

Im Lieferumfang enthalten: Netzkabel, Bedienungsanleitung, 2 [4] Tastköpfe, 10:1 mit Teilungsfaktorerkennung (HZO10), CD, Software

Empfohlenes Zubehör:

HOO10	Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, I2C, SPI, UART/RS-232 auf Logikkanälen und Analogkanälen
HOO11	Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, I2C, SPI, UART/RS-232 auf Analogkanälen
HOO12	Serielle Busse triggern und hardwareunterstützt dekodieren, CAN, LIN auf Logikkanälen und Analogkanälen
HO3508	aktiver 8 Kanal Logiktastkopf
HO730	Dual-Schnittstelle Ethernet/USB
HO740	Schnittstelle IEEE-488 (GPIB), galvanisch getrennt
HZO90	Tasche zum Schutz und für den Transport
HZO91	19" Einbausatz 4HE
HZO20	Hochspannungstastkopf 1.000:1 (400 MHz, 1.000 VEff)
HZO30	Aktiver Tastkopf 1 GHz (0,9 pF, 1 MΩ, mit vielen Zubehörteilen)
HZO40	Aktiver differentieller Tastkopf 200 MHz (10:1, 3,5 pF, 1 MΩ)
HZO41	Aktiver differentieller Tastkopf 800 MHz (10:1, 1 pF, 200 kΩ)
HZO50	AC/DC Stromzange 30 A, DC bis 100 kHz
HZO51	AC/DC Stromzange 100/1.000 A, DC bis 20 kHz

16 Anhang

16.1 Abbildungsverzeichnis

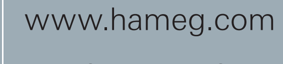
16.2 Stichwortverzeichnis







value-instruments.com



HAMEG Instruments GmbH
Industriestr. 6 | 63533 Mainhausen | Germany | Tel +49 (0) 6182 8000